

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA I (PRÓTESIS BUCOFACIAL)



TESIS DOCTORAL

Estudio clínico sobre la influencia de la luz ambiental en la toma del color dental

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

Miriam Valor Priego

Directores

Juan Manuel Martínez Vázquez de Parga
Alicia Celemín Viñuela

Madrid, 2014



ESTUDIO SOBRE LA INFLUENCIA DE LA LUZ AMBIENTAL EN LA TOMA DEL COLOR DENTAL

Tesis Doctoral

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
DE MADRID**

Facultad de Odontología
Departamento de Estomatología I

Miriam Valor Priego

2014

ESTUDIO SOBRE LA INFLUENCIA DE LA LUZ AMBIENTAL EN LA TOMA DEL COLOR
DENTAL

Memoria de investigación que presenta:

Miriam Valor Priego

Para optar al Grado de Doctor en Odontología por la Universidad Complutense de Madrid

Directores:

Prof. Dr. Don Juan Antonio Martínez Vázquez de Parga

Profesor Titular

Prof. Dra. Doña Alicia Celemín Viñuela

Profesora Contratada Doctora

Departamento de Estomatología I

Facultad de Odontología

Universidad Complutense de Madrid

Madrid, 2014

Departamento de Estomatología I

Universidad de Complutense de Madrid

-PROF. DR. JUAN ANTONIO MARTÍNEZ VÁQUEZ DE PARGA, PROFESOR TITULAR DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

-PROF. DRA. ALICIA CELEMÍN VIÑUELA, PROFESORA CONTRATADA DOCTORA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

HACEN CONSTAR:

Que el presente estudio presentado por Miriam Valor Priego para optar al Grado de Doctor en Odontología con el título “ESTUDIO SOBRE LA INFLUENCIA DE LA LUZ AMBIENTAL EN LA TOMA DEL COLOR DENTAL”, es un trabajo original que ha sido realizado bajo nuestra supervisión y dirección.

Para que conste se firma en Madrid ade de 2014.

Prof. Dr. Martínez Vázquez de Parga

Prof. Dra. Celemín Viñuela

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo nunca habría sido posible sin la colaboración y esfuerzo de un gran número de personas a las cuales dedico mi más sincero reconocimiento.

En primer lugar, me gustaría expresar mi total agradecimiento a mi director, el **Dr. Juan Antonio Martínez Vázquez de Parga**, por darme la oportunidad de realizar este trabajo, por confiar en mí desde el principio, por su grandísima dedicación y por su apoyo incondicional. Sin su ayuda, su sabiduría, su dirección y su inmensa paciencia nunca habría sido posible este trabajo.

A la **Dra. Alicia Celemín Viñuela**, por su estímulo y sus conocimientos. Por su interés y constante implicación. Por su tolerancia. Porque me ha transmitido siempre que lo lograría. Por creer en mí.

Al **Dr. Jaime del Río**, por darme la oportunidad de entrar en esta pequeña-gran familia. Por confiar en mí sin conocerme. Por abrirme las puertas para poder realizar mi sueño.

A la **Dra. Cristina Gómez Polo**, por su ayuda incondicional, por sus aportaciones, consejos y cariño.

A Vita-Zanhnfabrik, concretamente a **D. Jorge Vizcaino**, por su colaboración e interés en este proyecto.

A **Carmen Bravo**, por la elaboración del análisis estadístico.

Dedicatoria

A mi **padre** y a **mi madre**, por apoyarme siempre y estar ahí en todo momento, transmitiéndome su fuerza y confianza. Porque ellos me enseñaron que querer es poder y que los límites de uno no se los pone más que uno mismo. Sin vosotros esta tesis nunca habría sido posible. Gracias papá y mamá.

A **mi hermana**, porque ha estado siempre dándome la fuerza necesaria para continuar y siempre me ha tendido su mano.

A **mi abuela** y a **mi abuelo**, por enseñarme que no hay que perder nunca la sonrisa.

A **Samuel**, siempre a mi lado.

La sabiduría suprema es tener sueños lo bastante grandes para no perderlos de vista mientras se persiguen.

William Faulkner

INDICE

SUMMARY	17
1. INTRODUCCIÓN	29
1.1 LA LUZ Y LA ÓPTICA A LO LARGO DE LA HISTORIA	30
1.2 FOTOMETRÍA Y COLORIMETRÍA	38
1.2.1 Temperatura de color	38
1.2.2 Índice de Reproducción Cromática (Ra o CRI)	42
1.2.3 Medidas fotométricas	44
1.3 LA NATURALEZA TRIDIMENSIONAL DEL COLOR	47
1.3.1 Espacio de color CIE 1931	52
1.3.2 El espacio de color CIELAB	54
1.4 FACTORES DETERMINANTES DEL COLOR DENTAL	56
1.5 PROBLEMAS DEL COLOR DE LOS DIENTES: EL METAMERISMO	63
2. JUSTIFICACIÓN	69
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	73
3.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO	73
3.2 OBJETIVOS	75
4. MATERIAL Y MÉTODO	79
4.1. FUENTES DE LUZ	80
4.2. PARTICIPANTES Y APARATOLOGÍA DE MEDIDA DE LA LUZ	85
4.3. TEST DE ISHIHARA	87
4.4. GUÍA DE COLOR UTILIZADA	89
4.5. ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO	90
4.6. MÉTODO	91
5. RESULTADOS	97
5.1 DISTRIBUCIÓN DE SEXOS SEGÚN EL TIPO DE LUZ	97
5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO UNIVARIANTE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS PARTICIPANTES CON RESPECTO AL TIPO DE ILUMINACIÓN	99
5.3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO UNIVARIANTE DE LA PUNTUACIÓN TOTAL DE ACIERTOS DE LOS PARTICIPANTES CON RESPECTO AL TIPO DE LUZ	100
5.4 RELACIÓN DEL TOTAL DE ACIERTOS CON RESPECTO AL GÉNERO Y AL TIPO DE LUZ	102
5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS ACIERTOS EN LAS DIMENSIONES DEL COLOR	103
5.6 RELACIÓN ENTRE LAS DIMENSIONES DEL COLOR, SEXO Y TIPO DE LUZ	105
5.7 COLORES MÁS Y MENOS ACERTADOS PARA CADA UNA DE LAS DIMENSIONES DEL COLOR POR EL TOTAL DE LOS PARTICIPANTES	121
5.8 COLORES MÁS Y MENOS ACERTADOS PARA CADA UNA DE LAS DIMENSIONES DEL COLOR RESPECTO AL GÉNERO	126
5.9 COLORES MÁS Y MENOS ACERTADOS PARA CADA UNA DE LAS DIMENSIONES DEL COLOR SEGÚN EL TIPO DE LUZ	143
6. DISCUSIÓN	153
6.1 TESTS DE DETECCIÓN DE ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR	154
6.2 TIPO DE LUZ	155
6.3 INFLUENCIA DEL TIPO DE LUZ AMBIENTAL SOBRE VALOR, TINTE E INTENSIDAD	160
6.4 DIFERENCIAS EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR LIGADAS AL GÉNERO	161
6.5 METAMERISMO	162

6.6 GUÍAS DENTALES	163
7. CONCLUSIONES	169
7.1 RECOMENDACIONES ACTUALES PARA LA TOMA DEL COLOR DENTAL.....	170
8. BIBLIOGRAFÍA	175
9. ANEXOS	187
9.1.-ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TIPOS DE LUCES UTILIZADOS	187
9.2.- DATOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	189
9.3.- GUÍA DE ILUSTRACIONES Y GRÁFICOS	269

SUMMARY

Introduction

The cosmetic dentistry is one of the objectives that we pursue to make our tooth restorations and without the correct determination of the tooth colour we can not achieve this goal. In determining the tooth colour we must take to account both the chromatic properties of natural teeth and the light source used.

The composition, nature and behaviour of light has aroused widespread interest for decades. From the ancient Greece where it was proposed the “ Emission Theory ” in which the light emanated from the human eye. Passing through the “ Emission Theory ” (in the fifth Century BCE, Empedocles postulated an interaction between rays from the eyes and rays from a source such as the sun) where it is said that the light comes from objects like as a radiation or such radiation can be reflected by the objects, but in both cases the light enters the eye. Plato (was born around the year 428 BCE in Athens) introduces a new parameter which had no so far, the presence of a light source and he was the first one to speak about the phenomenon of refraction. After him different authors researched into the phenomena of reflection and refraction of light. Snell (1591-1626) empirically formulated the Law of refraction (also known as Snell’s law) and René Descartes (1595-1650) was who demonstrated it for the first time in his work “ Dioptrics “. Later, Huygens (1629-1696) on the basis of the ideas of Hooke (1635-1703) that light was a vibration of something very fast, he postulated the “ Huygens principle ” in which he clearly explains the phenomena of reflection and refraction of light and explains how the light changes its speed according to the medium it crosses.

The new conception of the colour was born with Isaac Newton (1642-1727) in the 17th century although Séneca (ca. 4BC-AD 65) and Hooke had previously made allusions to the subject of the decomposition of colours. Séneca referred to the light when it passes through a transparent prism and Hooke referred to the light to see the different colours that appeared in a bubble. Yet Newton was the first to demonstrate through his experiments with prisms of crystal and thin films (Newton’s Rings) that light is decomposed into different individual colours and, according to own a light colour, the light has different degrees of refraction. Newton was the first to demonstrate that white light is decomposed in the different colours of the Rainbow when passing through a crystal glass prism. In respect of the phenomena of reflection and refraction of light, Newton deduced the Snell’s Law. However, Newton made a wrong hypothesis about the behaviour of light in different media, resulting in true wrongly he concluded that light moves faster in denser media. Newton, defender of “ Corpuscular Theory of Light ” only agreed with Grimaldi, Hooke and Huygens defenders of the “ Wave Theory ” of light in which the propagation speed of light was finite. Galileo and Römer were

proposed to measure the speed of light. Galileo did not. Römer using eclipses of the Satellites of Jupiter deduced the value of the speed light of 14x150 miles per second. Thomas Young (1773-1829) determined the values of wavelength of different colours. The spectroscopy began with Newton, that is, the branch of optics which is responsible for the analysis of light. Thanks to Newton's optics experiments in which the light is decomposed in different colours when it is passed through a crystal glass prism, Newton determined that these colours corresponded to the spectrum of electromagnetic waves from which visible light is formed. In this way, the light is no longer only a physical phenomenon to also become a phenomenon of perception, since the perception of colour is only manifested when our eye is stimulated by light rays. In 1846 Michael Faraday by the effect that bears his name, he came to the conclusion that light might be electromagnetic nature. Later, Maxwell postulated the theory that the speed of propagation of light is the same as of propagation of an electromagnetic field, so the light is an electromagnetic wave. Maxwell's theories of electromagnetism were verified experimentally by Herz. In 1905 Einstein showed that light's energy is quantised in small packets called photons, and the energy of each photon is related to the frequency of a lightwave.

The development of " Quantum Theory " of atoms and molecules by different scientists leads to better understanding of the emission of absorption light by matter.

Once the electromagnetic nature of light has been determined, we need to know factors to consider in choosing the type of illumination for the dental colour decision.

The discovery of the existence of specific receptors for each wavelength made that colour vision could reduced the Grassman's mathematical Law, determining that each colour is composed by three attributes: value, tint and intensity, that each colour can be obtained by mixing two specific colours is on the line that connects these colours in a chromaticity diagram and the same colours have the same effects in mixtures.

The development of Grassman's Laws was the basis for the development by the International Commission of Illumination of both CIE 1931 colour space and CIELAB $L^*C^*h^*$ colour system, only the later is used for making Vita 3D Master Shade Guide.

By making the dental colour decision, multiple factors are involved. The environment has a great influence and within the environment the type of light used is a fundamental point to make a correct dental colour decision, which we have studied in this work.

As far as the type of illuminating we must consider the following:

- The colour temperature is a scientific scale designed to describe how warm or cold it is a light source to human beings, the higher the temperature, the whiter the light will be more cool or bluish light. A higher colour temperature provides a better visual acuity. The ideal colour temperature for making the right dental colour choice must be between 5500°K and 6500°Kelvin.
- The Sun has different temperatures through the day, therefore it provides a lot of colour temperature fluctuations. Therefore, we working with an illuminant that always keeps the same characteristics. This illuminant is the daylight fluorescent.
- As for the Colour Rendering Index (Ra or CRI), degree of accuracy in which the colours are reproduced under a light source, the European Standard EN 12464-1 November 2012 points out the Ra should not be lower than 90 for any activity carried out in a dental clinic.
- Illuminance or Light Level is the total luminous flux incident on a surface, in our case, the teeth. Illuminance or Light Level is measured in luxes and it should not be less than 500 luxes in a dental clinic.
- Metamerism is the characteristic presenting natural teeth of apparently equal to a type of light and different to other. To solve this problem, we must use lights containing all the wavelengths of the visible spectrum, that is to say, daylight fluorescents.

Justification

Today is essential the need for imperceptible restorations to the human eye. The use of different materials such as opalescent porcelain or composite colours blue or amber resins allow us to get into artificial teeth traits that have natural teeth as the opalescence.

For years it has been considered that sunlight was indicated for successfully determining the tooth colour, without taking account that the sunlight suffers variations due to the composition of its wavelengths, both during the day and in different seasons of the year. Therefore, we should think in a light source with the appropriate properties and stable. As it has been released in the Spanish National Printing Office (BOE) (UNE-EN12464-1:2012), the illumination suitable for making the dental colour choice should be between 1500-2000 luxes and the colour temperature between 5500-6500k. It is also necessary the use of a one-dimensional colour order system for dental shade guides (value, tint and intensity), or the use of electronic devices for the dental colour decision.

Hypothesis

The following null hypothesis is formulated:

There were no statistically significant differences regarding the choice of the tooth colour using different types of ambient light (natural light and traditional fluorescent light , conventional, daylight fluorescent and fluorescent laboratory light).

Objectives

1. Determine if the success in the choice of colour using dental guides is linked to the type of ambient light.
2. Determine which dimension of colour is right more frequently depending on the type of ambient light.
3. Determine which dimension of colour is significantly affected by the type of illumination.
4. Rating if the gender (male or female) of the operator is a factor which depends on the best results in the choice of the tooth colour.
5. Determine what colours are right more often.

Material

The light sources used were:

1. Conventional fluorescent light (TLD 36W/840 1SL Philips) along with the natural light coming from the Sun that incident through the window.
2. Conventional fluorescent light (TLD 36W/840 1SL Philips).
3. Daylight fluorescent (Philips Master TLD 90 Delux 58W/965 ISL).
4. Fluorescent laboratory light (Philip Master PL-L 36W/840/4P 1CT).

Halogen lamps, such as we find in dental equipment, are not included in this study since its light emission occurs at low temperatures of colour. We choose the fluorescent lights that are most commonly used in dental practice, both in the office and in the dental laboratory.

The fluorescents TLD SUPER80 36W/840 1 SL Philips and Philips Master PL-L 36W/840/4P have in both cases 30 watts. In the first case it results in a 3200 luminous flux in lumens and the second one results in 2900. The daylight fluorescent light has 58 watts that results in 4550 lumens. The first digit of the following figures (840, 965) refers to the colour rendering index (Ra). If the first digit is 8, the Ra is higher than 80, if it is 9, the Ra is higher than 90. The following digits (40 and 65) refers to the colour temperature of the lamp. In the first case (40) has 4000°K in the second one (65) has 6500°K.

In this study have participated 323 students. They have noted the present illuminating in the place where the dental colour decision was made. The intensity of light was made by a luxemeter at the time of making the dental colour decision. The colour temperature was also recorded. Ishiara test was performed to all participating students to detect abnormalities in colour perception.

The Vita tooth guide 3 Master was chosen since is the only commercialized colour guide presenting a logical layout and an adequate distribution in colour space.

It was found that the colours indicated in the Vita tooth guide 3 Master were correct by means of the guides Easyshade Compact spectrophotometer check mode (Vita-Zahnfabrik, Germany).

Method

For each student was assigned 5 teeth. The teeth were randomly chosen from a codified 3D Master Guide and the student should determine which of the colours of the slats of the intact guide corresponded each tooth. The handling of 3D Master Guide was explained previously to the students. The colours were recorded in a tab and the right answer of each of the dimension of the colour of each tooth was 1 point. The maximum each student's score was 15 points (success in all dimensions of the colour of the 5 samples given) and the minimum was zero points. Also on this tab was noted the type of light, sex of each participant, the presence or absence of colour blindness, luxes and the colour temperature of light under which the dental colour decision was made.

Results

There is homogeneity of sexes according to the type of light, it means women and men are distributed in a homogeneous way according to the type of light. The average of

successes was 10.65, but there are not significant differences between gender. The average values of luminosity under which the dental of colour decision was made in both groups were similar, and the colour temperature of light sources under which men and women have taken into the colour temperature was the same for both genres.

After performing the Multiple Comparison tests (MCT's) later, it is determined that the group made the dental colour decision using only daylight fluorescent, has obtained values of total score significantly higher than the boxes with other type of lights illuminated. The boxes illuminated with daylight fluorescent, the average illumination was not the most registered high, but it was in these boxes where the colour temperature was higher than the rest. Therefore, it is also revealed that the colour temperature is more decisive than the intensity in luxes for the dental colour decision.

There are no significant differences according to the total number of success regarding the gender and type of light.

Using the procedure of frequency it was determined that value was the dimension of colour that more often it was right.

The following results were obtained using the procedure of frequency:

On the relationship of successes for the value, hue and chroma with respect to the gender, after applying the Chi-Square Statistics for nominal (categorical) data, it is obtained that there are no significant differences in any of the cases.

On the relationship of successes of value with respect to the type of light, although there is no statistically significant difference, we must highlight that 60% of participants of the daylight fluorescent got right the value of delivered five samples. This percentage was higher than the rest of lights. When comparing the results using the Nonparametric Multiple Comparisons test, it is obtained significant differences in favour of using the colour with daylight fluorescent colour definition when compared to fluorescent laboratory light ($p=0,01$).

On the relationship of successes of value with respect to the type of light and genre after applying Kruskal Wallis test, it is obtained in women a significant contrast and the Nonparametric Multiple Comparisons test is applied to women's group. It is obtained that there are significant differences in the determination of the value between the daylight fluorescent and the fluorescent laboratory light for the first ($p=0,01$).

On the relationship of successes of the hue on the type of light, Kruskal Wallis test determines there are significant differences regarding the choice of tint. Using the Nonparametric Multiple Comparisons test, it is determined that the distribution of values in the group of daylight fluorescent is greater than in the other groups ($p=0,04$).

On the relationship of hue successes in respect of the type of light and the gender, Kruskal Wallis test determines statistically significant results for the women's group ($p=0,03$), and the Nonparametric Multiple Comparisons test determines the tint is significantly often right when women using daylight fluorescent for determining the colour when they use natural light together with conventional fluorescent light ($p=0,02$).

On the relationship of successes regarding the chroma with respect to the light of light, Kruskal Wallis test determines there are significant differences regarding the choice of the intensity. The Nonparametric Multiple Comparisons tests determines the results obtained under the daylight fluorescent are significantly higher than under the rest of lights ($p=0.02$).

On the relationship of successes of the chroma with respect to the type of light and gender, Kruskal Wallis test determines the statistically significance differences for both genders. Using the Nonparametric Multiple Comparisons tests, we get women using daylight fluorescent for determining the tint, they achieve statistically higher results to those who using natural light together with conventional fluorescent and to those who using in fluorescent laboratory light ($p=0,05$). Men using daylight fluorescent for determining the tint achieve best results ($p=0.03$) than those who using fluorescent laboratory light.

The value to colour 5M3 was the most successful (100%). The value to colour 2R2,5 was the less often successful (59%).

To colours 1M1 and 5M3 the tint was more often successful (100%). To colour 4L2 the tint was correctly determined less often (29%).

To colour 1M1 the intensity was correctly chosen more often (98%).

To colour 4L2,5 the intensity was correctly chosen less often (31,4%).

The colour 5M3 was the most successful (98,6%). The colour 4L2,5 was the less successful (50%).

The colours more or less successful for each dimensions of colour to gender are the following:

The colour 5M3 was the value successful by women on more occasions (100%). Men were right the value in 100% of cases to colours 3L2,5, 5M1 and 5M3. The colour in which mostly women determined wrongly the value was the 2R2,5 (58%) and for men were the colours 3R2,5 and 2R2,5 (60%).

Both women and men determined correctly the hue in 100% of cases to colours 1M1 and 5M3. Tint was right in less cases for both genders to colour 4L2,5. Women obtained a percentage of success of 28% and men obtained 33%.

The chroma to colour 1M1 was the most successful by women on more occasions (97,8%). The intensity to colours 1M1 and 5M3 was successful by 100% of men. The intensity to colour 4L2,5 was successful in less cases by both women and men 30,7% and 33.3% respectively.

The colours more or less successful for each of the dimensions of the colour according to the type of light, with respect to the Value were: the colour 5M3 was always successful with all types of lights. The colour value to colour 2R2,5 was less successful by using fluorescent laboratory light. With respect to the hue, the colours 1M1 and 5M3 were correctly determined on all cases and with all types of lights. Tint to colour 4L2,5 was less successful by using fluorescent laboratory light.

The chroma to colours 5M3 and 1M1 was right on more cases with different types of light. The intensity to colour 4L2,5 was less right on less cases by using fluorescent laboratory light.

Discussion

Ishihara test was chosen to detect vision abnormalities. Block and cols confirm that Ishihara test has a high sensitivity, specificity and a positive predictive value.

The results obtained by different authors (Curd and cols, Corcodel and cols, Jasivenicius and cols, Dagg and cols, Winkler and cols, Abdullah Al Farraj, Gorke and cols) using daylight fluorescent for making the tooth coloured decision corroborate the results obtained in this research paper. Others authors such as Mc Andrew and cols use LED devices emitting light of similar characteristics to daylight fluorescent directly

on the tooth, achieving superior results to those achieved using sunlight as a source of illumination, just as it happens in our work.

In the results obtained from this study, it was noted that tint and intensity were the parameters most affected by the type of light, always achieving more success by using daylight fluorescent. So Curd and cols as Lee and Powders determined that when a colour is incorrectly chosen, the error frequently occurs in the choice of tint.

In this study and the literature consulted, there are no significant differences in respect to the choice of colour by sex of the recipient, differing thus the results obtained by Haddad and cols. By comparing the type of light with the dimensions of colour and genre, we found in our study that women obtain better results in choosing the value and tint with daylight fluorescent than with other types of lights.

As in the studies conducted by Carvallo and cols. and Corcodel and cols., our study determines that the value is the dimension of colour less affected by the phenomena metameric.

The 3D Master guide used in this study has a logical and homogeneous distribution within the tooth colour space. Bayindir and cols., Analoui and cols., Li Q and cols obtain the best results in determining the colour using the 3D Master guide.

The use of electronic devices for making the dental colour decision represents a significant step forward. In this study we used the Easyshade Compact spectrophotometer (Vita Zanhfabrik) in mode checking guide, because as the study made by Gómez-Polo C and cols shows, differences exist as to the coordinates $L^*a^*b^*$ on the same sample of colour in different guides.

Conclusions

Following the completion of this research work it has been found that the null hypothesis is not met, existing significant differences in using different types of ambient light to the choice of tooth colour, with the following conclusions:

1. The success in the determination of tooth colour using dental guides is directly linked to the type of light used to illuminate the area where is made the same.
2. There are significant differences regarding the success in the dental colour decision in using daylight fluorescent with respect to the other types of light.

3. The value is the dimension of colour most frequently successful by the operators.
4. The chroma and hue are significantly affected by the type of light, while the value is the dimension of the colour that is not affected by the type of illumination.
5. There are no significant differences between men and women in determining the colour using dental guides for different types of lights.
6. There are no significant differences in determining each of the dimensional tooth colour using dental shade guides by women and men.
7. The colour 5M3 was the most successful by both genders. The colour 4L2,5 was the less successful by women and the colour 2R2,5 was for males.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La correcta elección del color de una restauración es un requisito imprescindible para obtener el éxito de nuestro tratamiento y la consecuente satisfacción de los pacientes. El color dental es hoy en día uno de los factores fundamentales de la estética facial. La estética es un concepto subjetivo y cultural, sometido por ello a grandes cambios en función de las circunstancias socioculturales del entorno¹.

El gran desarrollo de las cerámicas dentales nos ha permitido conseguir dientes artificiales casi idénticos a los dientes naturales, cuya característica principal es el policromatismo², es decir, los dientes naturales no son planos y de un único color; existen tres ejes que hemos de considerar en la toma de color.

El eje vertical de un diente se divide en tercios; el tercio cervical tiene una mayor saturación y el tercio incisal una mayor transparencia. En el eje transversal, hay que tener en cuenta que en las zonas interproximales el diente tiende a tener una mayor difuminación del color, y el valor del mismo tiende hacia el negro. En el eje anteroposterior, la percepción del color está determinada por el grosor del diente, cuanto más grueso sea, más intenso y opaco será³.

Para llegar a lograr nuestro objetivo, es decir, tratar de imitar a los dientes naturales hasta el punto de conseguir que nuestras restauraciones sean indistinguibles de ellos, además de conocer las características cromáticas de éstos, debemos plantearnos en primer lugar, cómo lograr reproducirlas, y para ello necesitamos entender el concepto del color. Para poder percibir cualquier color, necesitamos una fuente luminosa y un órgano receptor, en nuestro caso el ojo.

1.1 LA LUZ Y LA ÓPTICA A LO LARGO DE LA HISTORIA

La composición, naturaleza y comportamiento de la luz ha suscitado un gran interés durante siglos.

El concepto de la luz comienza con los filósofos de la antigua Grecia, que consideraban a la luz como un *fluido* que manaba de los ojos del observador, algo así como si fueran una especie de tentáculos; de esta manera comienza una concepción de la luz que relaciona a esta con el sentido del tacto^{4,5}. Esta interpretación de la naturaleza de la luz recibió el nombre de “Teoría táctil”. Esta teoría resultaba fácil de entender en aquella época porque se basaba en la interpretación de algo desconocido como era la propia luz basándose en algo conocido como era el sentido del tacto. El principal problema que presentaba esta teoría era que no podía explicar por qué en la oscuridad los cuerpos pueden sentirse pero no verse, porqué cuando calentamos un cuerpo éste se hace visible y porqué ciertos cuerpos se hacen visibles a cuerpos próximos⁶. Pitágoras de Samos (500 años a. C.) sostenía que la luz es “algo” que fluye y que captan nuestros ojos excitando el sentido de la vista, es decir, la visión es causada por la proyección de imágenes lanzadas desde los objetos hacia el ojo; a esta interpretación se la denominó “Teoría de la emisión”. Esta teoría explica de manera simple los puntos que no podía explicar la Teoría táctil. Supone que ciertos cuerpos emiten una radiación a la cuál es sensible el ojo y que otros pueden reflejar o difundir dicha radiación de manera que penetre en el ojo⁶. Platón (350 años a. C.) complica la teoría de Pitágoras suponiendo una acción entre algo que mana de tres focos: los ojos, el objeto que se ve y el foco que ilumina. En cualquier caso, era creencia general que la luz estaba formada por partículas que se movían en línea recta a gran velocidad (hipótesis que como posteriormente veremos fue la que más convenció a Newton). Euclides (300 años a.C.), en su “Captótrica”, y debido a su gran intuición geométrica, hizo los primeros razonamientos utilizando el concepto de “rayo luminoso”, y con él dedujo, entre otras cuestiones, la “ley de la reflexión”.

Los primeros indicios que tenemos de la observación y estudio de la “refracción” datan de la época de Platón, que, en su “República”⁷, menciona el aparente doblamiento de los objetos cuando se encuentran parcialmente sumergidos en agua; sabemos que fue estudiada por Cleómedes (50 años d.C) y por Claudio Ptolomeo de Alejandría (130 d.C.) que realizó medidas muy precisas del ángulo de refracción para diversos medios.

Existen pruebas de la utilización de “lentes” desde el año 425 a. C. Aristófanes, en su sátira de “Las Nubes”⁸ hace mención al “vidrio quemador”, lo que no era más que una lente convergente utilizada para encender fuegos. Queda claro, como lo confirman los escritos del historiador Plinio (años 27 a 79 d. C), que los romanos poseían vidrios quemadores. El filósofo Séneca (3 a.C; 65 d.C), escribe que la visión de los objetos se

aumenta al realizarla a través de esferas de vidrio llenas de agua. Además, Séneca describe por primera vez los colores que se ven a través de un prisma transparente, propiedad que volvió a estudiar Newton varios siglos mas tarde⁹. En algunas ruinas romanas, han sido encontradas esferas de vidrio y cristal, y en Pompeya se encontró una lente plano-convexa. Es muy posible que los artesanos romanos, para realizar determinados trabajos de detalle utilizaran lentes de aumento.

Después de la caída del Imperio Romano Occidental (475 d.C.), que marca aproximadamente el comienzo de la edad media, no se produjo prácticamente ningún progreso científico en Europa durante largo tiempo. El dominio de la cultura greco-romana-cristiana en toda la zona bañada por el Mediterráneo, en poco tiempo fue conquistada por los musulmanes. El centro de estudios se trasladó al mundo árabe y la óptica se estudió y difundió gracias en gran parte a Alhazen (1000 d.C.) quien trabajó en la ley de reflexión (aplicando las leyes del choque elástico poniendo el rayo incidente, el reflejado y la normal en el mismo plano), estudió los espejos esféricos y parabólicos y describió detalladamente el ojo; apoyó la idea propuesta por Pitágoras de que la luz, comportándose como un proyectil, va de los focos luminosos (el sol, una llama, etc.) a los objetos, y de éstos, a nuestros ojos¹⁰.

A partir de Alhazem y hasta principios del siglo XVII, en el que Villebrord Snell (1591-1626), profesor de Leyden descubre empíricamente en 1621 la “Ley de la refracción”, enunciándola de la forma en que se la conoce hoy en día. Se hicieron progresos muy significativos en el campo experimental de la Óptica, inventándose alguno de sus instrumentos más valiosos. Parece ser que Roger Bacón (1215-1294), inició la idea de usar lentes para corregir determinadas anomalías del ojo¹¹; también surgió la forma de combinar las lentes para construir un *telescopio* basándose en el conocimiento que tenía de la marcha de los rayos al atravesar las lentes (en algunas pinturas del siglo XIII aparecen monjes con gafas)¹¹. Leonardo Da Vinci (1452-1519) inventa la *cámara oscura*¹², popularizada más tarde por Juan Bautista Laporta (1535-1615)^{12,13}; ambos diseñaron y analizaron la marcha de la luz en combinaciones de lentes y espejos (por aquella época inventaron los alquimistas el “*espéculum*”, que consistía en una amalgama de mercurio y estaño con la que recubrían el vidrio para hacer espejos)^{12,13}. No está muy claro quien construyó el primer *telescopio refractor*, sus inicios se encuentran en los archivos de La Haya, en los que existen pruebas documentales de la patente para tal instrumento, solicitada por un comerciante holandés en el año 1608. En el momento en que Galileo Galilei (1564-1642)¹⁴ se entera de la existencia del telescopio, construye su propio aparato, con el que descubre las lunas de Júpiter, los anillos de Saturno y el giro del Sol, ya que las manchas de éste se movían en su superficie; por otro lado, para él, la luz era un simple movimiento en el medio, reduciendo el problema a un planteamiento cinemático, considerando que el principal parámetro a determinar era la velocidad con que se propaga; ideó diversos procedimientos para su determinación y a falta de una tecnología adecuada, fracasó en todos sus intentos.

Johanes Keppler (1571-1630), en su obra “*Dióptrice*”, expone la proporcionalidad entre el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción para pequeños ángulos y da a conocer el fenómeno de *reflexión total*^{15,16}; desarrolló un tratamiento para sistemas de lentes

delgadas y perfeccionó el telescopio, utilizando como ocular un sistema de lentes “positivo” (convergente)^{15,16}. Como ya se ha dicho, fue Snell el que ya enunció empíricamente la ley de la refracción que lleva su nombre y tiene una grandísima importancia en el estudio de la óptica^{4,5}. La refracción de la luz ocurre al pasar esta de un medio transparente a otro¹⁷. René Descartes (1596-1650), del que no está claro si conocía o no los trabajos de Snell, fue el primero en publicar en su *“Dióptrica”* la ley de la refracción¹⁸, demostrándola partiendo de un modelo en que la luz se visualizaba como una *“presión transmitida”* por un medio elástico^{4,5,18}. Pierre de Fermat (1601-1665), nos habla de *“camino óptico”*, que define como lugar mas corto por el cuál la luz se propaga de un punto a otro¹⁹. Sin tener en cuenta las suposiciones de Descartes, postuló que la luz se propaga de un punto a otro por el *“camino óptico”* más corto, aunque tenga que desviarse de su trayectoria más corta para hacerlo; y basándose en tal ley a la que llamó *“Principio del tiempo mínimo”*, dedujo las leyes de la reflexión y de la refracción^{6,19,20}.

Francisco María Grimaldi (1618-1663) y Robert Hooke (1635-1703), fueron los iniciadores de la *“teoría ondulatoria de la luz”*^{6,21,22}. Grimaldi observó la “difracción” que se producía dentro de la sombra de una varilla iluminada por una pequeña fuente; Hooke, estudiando los colores de las burbujas y otras láminas delgadas (anillos de Newton), llega a la conclusión de que la luz es la vibración rapidísima de “algo”, y que, además, cada pulso de luz o vibración de ese algo generaba una esfera. Así, trató de explicar sin éxito, la ley de la refracción^{6,21,22}. Christian Huygens (1629-1696), sabio danés que dedicó su vida al estudio de la física, las matemáticas y la astronomía retoma la idea de Hooke. La teoría ondulatoria de Huygens supone que *“la energía emitida por el cuerpo luminoso se propaga en el vacío y en los enormes espacios vacíos que dejan entre sí los corpúsculos que constituyen la materia, por medio de un movimiento ondulatorio transversal”*^{6,23,24,25}. En aquellos tiempos en los que estaba firmemente asentada la idea de que el espacio, el aire o “la nada” está ocupada por un “algo” o “materia” realmente fina y sutil y muy elástica, a la que denominaban “éter lumínico”, era difícil concebir un movimiento ondulatorio sin que este se propague apoyado en un soporte material (éter lumínico). El principio establecido por el sabio danés “principio de Huygens”, explica perfectamente los fenómenos de reflexión y refracción, concluyendo correctamente que la luz disminuye la velocidad al penetrar en medios más densos, es decir, la luz viaja más lentamente en el vidrio o en el agua que en el aire^{1,2,3,6,23,24,25}. Sus descubrimientos sobre polarización de la luz y doble refracción en los cristales de calcita, no son sino confirmación de sus teorías.

La concepción moderna del color nació con el descubrimiento de la naturaleza espectral de la luz que hizo Isaac Newton en el siglo XVII. Newton (1642-1727) fue partidario de la teoría de la emisión (corpuscular)^{6,26,27,28} imaginando al cuerpo emisor de luz *“como productor de partículas o granos de luz que cruzan el espacio a velocidades vertiginosas; estas partículas excitan el medio que atraviesan y en él se producen vibraciones más rápidas que las propias partículas ”*^{6,26,27,28}. Es decir, la teoría corpuscular explica la refracción en términos de la atracción de los corpúsculos luminosos hacia el medio más denso. Así queda constancia de como Newton creía que la luz era un flujo de partículas⁶. Como vemos, tenía una cierta propensión a unificar la teoría de la emisión con la ondulatoria; no en vano fue el primero en descubrir

mediante sus experimentos con prismas de cristal y de láminas delgadas (anillos de Newton) que la luz se descompone en lo que él llamó “*spectro*” (fantasma, quizás porque doblegaba su creencia en la teoría corpuscular) demostrando que la luz se podía fraccionar en varios colores individuales; observando las figuras de interferencia, veía la periodicidad de los fenómenos luminosos; es más, llegó a la conclusión de que las luces de distintos colores tenían diferentes grados de refracción, es decir, la sensación del rojo correspondía a la vibración más larga del éter y el violeta a la más corta^{6,26,29,30,31,32}; también observó, por ejemplo, que la luz azul se desviaba más que la roja al pasar del aire a un medio con un índice de refracción mayor, como es el caso de un prisma de cristal^{6,26,29,30,31,32,33}.

Además, otro de los grandes descubrimientos de Newton fue el de demostrar que la luz blanca está formada por los diferentes colores del arco iris, además de con los experimentos ya expuestos de prismas de cristal, mediante el denominado disco de Newton. Consistía en un disco con porciones pintadas de los colores rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta. Cuando el disco se hacía girar rápidamente, los colores se confunden apareciendo únicamente el color blanco. Así corrobora como la luz blanca está formada por los siete colores del arco iris^{6,26,29,30,31,32,33} (Ilustración 1).

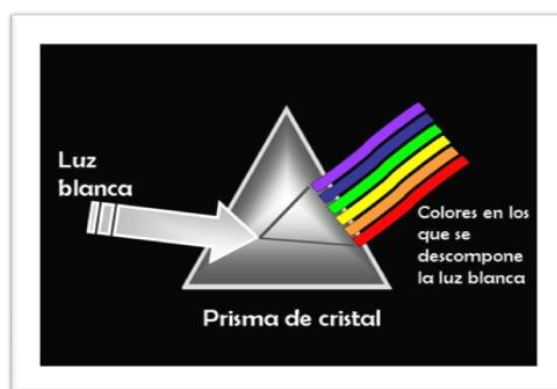


Ilustración 1. Descomposición de la luz blanca al pasar por un prisma de cristal

Dedujo la ley Snell y explicó las leyes de la reflexión y la refracción^{6,17,29,31,32,34}, sin embargo, su deducción de la ley de la refracción dependía de la hipótesis de que la luz se mueve con más rapidez en el agua o en el vidrio que en el aire^{5,6}; esto le llevó a la conclusión errónea de que la luz en medios más densos viaja a una velocidad mayor que en los menos densos. Según envejecía, Newton se inclinó cada vez más hacia la teoría corpuscular; a pesar de que Newton se dio cuenta de las ventajas que presentaba la teoría ondulatoria de la luz, particularmente porque explicaba los colores formados por las películas delgadas, que él había estudiado a fondo^{5,6,29,30,31,32,33,34}. Quizás su principal razón de rechazo de la teoría ondulatoria, era la explicación al problema de la propagación rectilínea en términos de ondas que se dispersan en todas las direcciones; problema que como ya se ha dicho, fue resuelto por su contemporáneo Huygens y que él desoyó^{5,6,26,29,30,31,32,33,34}.

En esta época, no se había observado aún la **difracción**, desviación del haz luminoso que le permite rodear obstáculos^{5,6}. El gran prestigio de Newton, hizo que los científicos del siglo XVII y comienzos del XVIII, hiciesen poco caso de la teoría ondulatoria y atendieran a sus explicaciones^{4,5,6}; incluso después de disponer de pruebas de la difracción de la luz, los seguidores de Newton intentaron explicarla basándose en un proceso de dispersión de los corpúsculos luminosos en los bordes de las rendijas^{4,5,6}.

La teoría corpuscular de la luz de Newton fue aceptada durante más de un siglo. Como ya se ha explicado, fueron Grimaldi y Hooke los iniciadores de la *“teoría ondulatoria de la luz”*, consolidada por Huygens, contemporáneo de Newton, en cierta manera detractor de esta teoría. En el único punto en que se encontraban de acuerdo era en que la velocidad de propagación de la luz era finita, aunque excesivamente grande. El primer esfuerzo para medir la velocidad de propagación de la luz fue hecho por Galileo (1564-1642). Se situó en la cima de una colina mientras que otro observador se colocaba en la cima de otra, distante aproximadamente 1km, teniendo los dos una linterna y un obturador para ocultar la luz. Galileo propuso medir el tiempo que tarda la luz en recorrer dos veces la distancia entre los experimentadores. A debería descubrir su linterna y cuando B viese la luz debería descubrir la suya. El tiempo transcurrido a partir del momento en que A destapase su linterna y el momento en que éste veía la luz procedente de B debería ser el tiempo que la luz tardaba en recorrer ida y vuelta el espacio entre los experimentadores. Aunque este método es correcto en principio, la velocidad de la luz es tan grande que el intervalo de tiempo a medir es mucho menor que las fluctuaciones de la respuesta humana y Galileo fue incapaz de obtener un valor razonable de la velocidad de la luz. La teoría de Galileo por tanto sólo es válida para velocidades inferiores a la velocidad de la luz^{5,6,23,35,36}. Fue Olaf Romer (1644-1710), también contemporáneo de Newton, el primero que ideó un método de propagación de la luz, estudiando los eclipses de los satélites de Júpiter, llegando en sus deducciones a un valor de $2,14 \times 10^5$ km por segundo^{5,6,37,38,39}.

Fue Thomas Young (1773-1829), científico inglés, el que hizo renacer la teoría ondulatoria, añadiendo a ella el llamado **“principio de interferencia”** y determinó los valores de la longitud de onda de los diferentes colores^{6,17,40,41,42}. Introdujo la idea de **interferencia** como un fenómeno ondulatorio que se presenta tanto en la luz como en el sonido. Sus observaciones de las interferencias obtenidas con la luz fueron una clara demostración de su naturaleza ondulatoria^{6,17,40,41,42}. Sin embargo, el trabajo de Young fue desconocido por la comunidad científica durante más de diez años. Quizás el mayor avance en lo que se refiere a la aceptación general de la teoría ondulatoria de la luz se debió al físico francés Agustín Fresnel. Agustín Jean Fresnell (1788-1827), sintetizó las teorías de Huygens con el principio de interferencia y fue con sus experiencias y trabajos teóricos el que llegó a explicar mediante la teoría ondulatoria todos los fenómenos que presentaba la luz usando una sólida base matemática^{5,42,43}. Demostró, por ejemplo, que la observada propagación rectilínea de la luz es un resultado de las longitudes de onda tan cortas de la luz visible. Dominique Arago (1786-1853), fue uno de los primeros en convencerse de la teoría ondulatoria de Fresnell y a pesar de la crítica de algunos científicos reconocidos de la época, colaboró con él. Ambos junto con Etienne Malus (1775-1812), descubrieron que la polarización

de la luz se hacía evidente en el fenómeno de la reflexión, y por tanto, no era exclusiva de la refracción en medios cristalinos. Estos trabajos fueron decisivos para establecer el *carácter transversal de las ondas luminosas*^{4,5,6,42,43}, y provocan que hacia 1825 existan ya muy pocos partidarios de la teoría corpuscular. Finalmente acabaron temporalmente con la creencia en la teoría corpuscular los franceses Jean Foucault (1819-1868) y Armand Fizeau (1819-1896), que idearon métodos terrestres de medida de la velocidad de la luz aplicables a diversos medios y demostraron experimentalmente, que la velocidad de la luz en el aire es mayor que en el agua^{5,6,43,44}, siendo el método de Foucault uno de los más importantes y precisos de todos los empleados para medir la velocidad de la luz. De esta manera se acabó con la teoría corpuscular de la luz de Newton.

La **espectroscopía**, que es una rama de la óptica que trata del análisis de la luz, comienza su desarrollo en las observaciones de Newton.

Así, podemos decir que fue Newton quien aclaró la relación existente entre luz y color, cuando vio que la luz, al atravesar un prisma de cristal, se descomponía en los diferentes colores de los que está formado el espectro de ondas electromagnéticas del que está compuesta la luz visible. Así, podemos comprender la naturaleza subjetiva del color, es decir, que el color no es únicamente un fenómeno físico, sino también un fenómeno de percepción, por tanto, el color no es una propiedad de un objeto, sino de la luz que entra en nuestros ojos procedente de él. La percepción del color sólo se manifiesta cuando nuestro sentido de la vista es estimulado por la luz, y esta no es una propiedad que pertenezca físicamente a los objetos^{29,30,31,32,45}.

Ahora sabemos que los experimentos de Newton demostraban que la luz blanca estaba formada por energía de distintas longitudes de onda (Ilustración 2).



Ilustración 2. La longitud de onda se mide de cresta a cresta y se expresa en nanómetros (nm).

William Wollaston (1766-1828), hizo las primeras observaciones de las líneas oscuras del espectro solar; debido a la rendija de la abertura que se utiliza en los espectroscopios para el análisis de los espectros de diversas sustancias, la salida

consistía en bandas delgadas y coloreadas de luz, por lo que se les llamaron líneas espectrales^{46,47}. Independientemente, Joseph Fraunhofer (1787-1826), impulsó el estudio de las líneas espectrales, aplicando el principio de interferencia de Huygens-Fresnell, hizo las primeras determinaciones de longitudes de onda usando redes de difracción. Construyó el primer espectrofotómetro para medir el poder dispersivo de las lentes^{6,47,48}.

Mientras todo esto ocurría en el campo de la óptica, el estudio de la electricidad y el magnetismo, a los que no se les consideraba relacionados con los fenómenos luminosos, avanzaban en este sentido; el físico experimental más grande que ha existido, Michael Faraday (1791-1867), en 1846 descubrió el efecto que lleva su nombre: *cuando un haz de luz polarizada se propaga en un campo magnético, el plano de polarización de la luz sufre una rotación*; de esta forma, Michael Faraday establece una relación entre el electromagnetismo y la luz^{5,6,17,23,42,48}. Así, Faraday, llegó a importantes conclusiones en sus estudios sobre electricidad y magnetismo, apuntando la idea de que la luz podría ser de naturaleza electromagnética.

Unos pocos años más tarde, estimulado por los trabajos de Faraday, James Clerk Maxwell (1831-1879) realizó un análisis empírico sobre las ondas electromagnéticas, llegando por vía teórica a la conclusión de que los campos electromagnéticos de variación rápida se propagan como ondas y dio un método para medir su velocidad de propagación en el laboratorio. En 1860, Maxwell publicó su teoría matemática del electromagnetismo, que predecía la existencia de ondas electromagnéticas que se propagan con una velocidad calculada mediante las leyes de electricidad y magnetismo y que resultaba valer 3×10^8 m/s, el mismo valor que el de la velocidad de la luz^{6,49,50}. Esta teoría fue puesta en práctica por R. Kohlrausch y W. Weber en 1856, encontrando que coincidía aproximadamente con la velocidad de la luz hallada ya entonces por otros procedimientos⁵. Así llega a la conclusión de que la velocidad de propagación de un campo magnético es 300.000 km /s. La coincidencia en los valores de las velocidades de propagación de un campo magnético y de la luz en el vacío hacen afirmar a Maxwell que las ondas luminosas son ondas electromagnéticas. Maxwell murió a la edad de 48 años, antes de ver la confirmación experimental a sus teorías, las cuales fueron verificadas por Heinrich Hertz (1857-1894) en 1887, quien por primera vez produjo y detectó las ondas electromagnéticas por medio de circuitos oscilantes^{5,51,52}; utilizó un circuito eléctrico sintonizado para generar las ondas y otro circuito semejante para detectarlas⁶, observando, al igual que en las ondas luminosas, la reflexión, refracción, interferencia y polarización^{5,6,51,52}. Aunque la teoría ondulatoria es generalmente correcta cuando describe la propagación de la luz (y de otras ondas electromagnéticas), falla a la hora de explicar otras propiedades de la luz, especialmente la interacción de la luz con la materia. Aún así Maxwell conservó en sus estudios el “*éter electromagnético*” (el medio en el que la mayoría de los físicos de la época pensaban que se transmitían las ondas luminosas, ya que necesitaban un medio material a través del cuál transmitirse, según la teoría ondulatoria). En la segunda mitad del siglo XIX, el físico prusiano Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) y otros científicos aplicaron las leyes de Maxwell para explicar la interferencia y difracción de la luz y otras ondas electromagnéticas y apoyar los métodos empíricos de Huygens de construcción de ondas sobre una base matemática firme⁵.

Hertz también descubrió el efecto fotoeléctrico en 1887. El efecto fotoeléctrico es la emisión de electrones por determinados metales cuando sobre ellos incide luz u otra radiación electromagnética de pequeña longitud de onda^{53,54}. Este efecto fue estudiado por Lenard en 1900 y sólo puede explicarse mediante un modelo de partículas para la luz. Así Einstein, en 1905, demostró que el resultado experimental obtenido en el estudio anterior solo puede entenderse si la energía luminosa no está distribuida continuamente en el espacio sino cuantizada en pequeños paquetes llamados fotones^{4,5,6,17,36,47,44,53,54}. Así se volvió a introducir un modelo corpuscular de la luz. Las partículas de luz se denominan fotones y la energía E de un fotón está relacionada con la frecuencia f de una onda luminosa. Hasta este momento, toda la teoría mecánica de la propagación de la luz y de las ondas electromagnéticas se basa en la necesidad de la presencia de un medio material para su propagación, el éter electromagnético, y que la velocidad de dichas ondas depende de las propiedades de este éter, Einstein hizo abandonar la idea del éter electromagnético afirmando, también, que la velocidad de la luz en el vacío es una constante de la física, la cual no varía cualquiera que sea la velocidad del observador^{4,5,6,17,36,47,44,53,54}. No se logró una comprensión completa de la naturaleza dual de la luz hasta la década de 1920, cuando los experimentos realizados por C.J. Davison y L. Germer y por G.P. Thomson demostraron que los electrones (y otras “partículas”) también tenían una naturaleza dual y que presentan las propiedades de interferencia y difracción además de sus bien conocidas propiedades de partículas^{55,56,57}.

El desarrollo de la teoría cuántica de los átomos y de las moléculas por Rutherford, Borh, Schödinger y otros científicos de este siglo condujo a un mejor entendimiento de la emisión y absorción de la luz por la materia. Ahora se sabe que la luz emitida o absorbida por los átomos es el resultado de los cambios de energía de los electrones exteriores de los átomos. Debido a que estas variaciones de energía están cuantizadas en lugar de ser continuas, los fotones emitidos tienen energías discretas (que pueden dividirse un número finito de veces) que originan ondas luminosas con un conjunto discreto de frecuencias y longitudes de onda semejante al conjunto de frecuencias y longitudes de onda que se observan en las ondas sonoras estacionarias. Observada a través de un espectroscopio (instrumento óptico analizador de las longitudes de onda presente en un haz de luz procedente de un manantial luminoso) con una abertura en forma de rendija estrecha, la luz emitida por un átomo aparece como un conjunto discreto de líneas o rayas de diferentes colores o longitudes de onda, siendo característico de cada elemento el espaciado e intensidad de dichas líneas^{58,59}.

1.2 FOTOMETRÍA Y COLORIMETRÍA

La fotometría es la parte de la física que se encarga del estudio de las radiaciones luminosas susceptibles de estimular al ojo humano.

La colorimetría es la técnica instrumental que tiene por objeto determinar la absorción de luz visible por una muestra.

A la hora de elegir un tipo de iluminación u otro debemos tener en cuenta los siguientes factores:

1.2.1 Temperatura de color

Todos los cuerpos que se encuentran a una temperatura superior a la del cero absoluto emiten radiación siendo esta emisión mayor mientras más calientes se encuentran⁶⁰.

La temperatura del color, es una escala científica que pretende describir cuánto de cálida o fría resulta una fuente de luz para el ser humano. Para ello se compara la fuente de luz (lámpara), con la luz que emite un “cuerpo negro radiante” (similar a un trozo de metal) cuando se calienta.

A medida que el metal adquiere temperatura, va cambiando el color de la luz que emite en la siguiente secuencia: rojo, naranja, amarillo, blanco, y blanco azulado. Por ejemplo, cuando una lámpara incandescente o una barra de hierro se calienta a 1000°K, la apariencia de su color será roja, entre 2000°K y 3000°K será de color amarillo, a 4000°K se verá un color blanco neutro y entre 5000°K y 7000°K será un color blanco frío. En definitiva, cuanto mayor sea la temperatura del color, la luz blanca será más fría o azulada.

Como este color depende solamente de la temperatura, éste valor es el que se conoce entonces como temperatura del color.

En las lámparas incandescentes, el filamento se comporta de forma muy similar al metal del experimento, por lo que la temperatura del color da una idea real del tipo de luz emitida.

En lámparas de descarga o fluorescentes sin embargo, no existe esta relación directa entre temperatura y luz (o distribución espectral). En estos casos se halla matemáticamente una correlación de similitud entre esta fuente de luz y la proveniente del cuerpo negro radiante a una temperatura determinada. La temperatura para la cual se obtiene la mejor similitud, es entonces la temperatura del color correlacionada de la fuente de luz testada.

En términos sencillos, *cuanto más alta la temperatura, más fría parecerá la luz que proviene de dicha fuente, tendiendo a hacer que los blancos parezcan más celestes o*

azulados. En contraposición, cuanto más baja la temperatura, más cálida será la luz que produce, tendiendo a desplazar los blancos hacia los tonos naranjas o rojos.

Otro fenómeno que aparece vinculado a este parámetro (al menos en las fuentes de luz usuales) es que cuanto más baja la temperatura, y por lo tanto más cálida la luz, más se dificulta la percepción de los objetos. Por otro lado, **cuanto más alta sea la temperatura de color, mas fría es la sensación, y mejor es la agudeza visual.**

Por supuesto que todo esto es independiente de los niveles de iluminancia (intensidad de la luz), mientras que sean dentro de los rangos usuales en iluminación exterior o interior.

Clásicamente, las fuentes de luz se pueden clasificar en tres categorías según su temperatura. Llamaremos “luz fría”, “luz diurna”, o “daylight white” a aquellas lámparas cuya temperatura de color es mayor a 5000°K. Llamaremos “luz cálida”, “blanco cálido”, o “warm white” a aquellas lámparas cuya temperatura de color sea menor a 3300°K. Por último, las temperaturas que rondan los 4000°K corresponden a las llamadas lámparas de “blanco neutro”, o “neutral white”^{61,62,63}.

Es importante mencionar, que, en primera instancia, no existe una temperatura de color que sea más “natural” o más “normal” que otra. El propio Sol, presenta diferentes temperaturas del color según la hora del día o el estado del tiempo. Así, la luz del atardecer o amanecer tiene una temperatura aproximada de 3200°K y aspecto cálido, mientras que la luz solar al mediodía puede superar los 5500°K; claramente una luz fría. En un día cubierto y cerca del mediodía, la luz puede presentar una temperatura de más de 7000°K^{61,62,63}.

Los diferentes tipos de lámparas y los diferentes fabricantes, ofrecen usualmente una buena gama de temperaturas para un mismo producto. De todas formas, dependiendo de la tecnología de la lámpara, existe usualmente un rango de temperatura óptimo para el rendimiento lumínico. La excepción, es en todo caso, las lámparas fluorescentes que actualmente se ofrecen en una extensa gama de opciones respecto a la temperatura del color⁶³ (Ilustración 3).

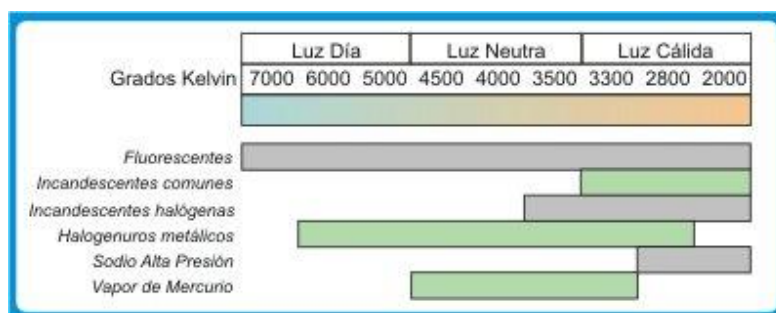


Ilustración 3. Temperatura de color que pueden presentar distintas fuentes de iluminación

Imagen propiedad de:

<http://www.electromagazine.com.uy/antiores/numero12/iluminacion1.htm>

En odontología es importante tenerlo en cuenta, ya que las fuentes de iluminación que lucen con temperaturas bajas de color emiten tonos levemente amarillentos y/o rojizos, como por ejemplo las lámparas de luz incandescente, presentes en los equipos dentales, mientras que las que lucen con temperaturas altas de color se caracterizan porque irradian tonos blanco-azulados, como es el caso de las lámparas de fluorescencia⁶⁴. El hecho de no tener en cuenta la temperatura de color de los fluorescentes que iluminan nuestras clínicas dentales puede producir fenómenos indeseables como el del metamerismo^{64,65,66,67}.

Así, por ejemplo una lámpara que tiene una temperatura de color de 3.000 grados Kelvin, significa que un metal ardiente a 3.000 grados Kelvin produciría una luz del mismo color que la lámpara. Por tanto, para evitar fenómenos como el metamerismo, hemos de conseguir con nuestra iluminación temperaturas de color que contengan las longitudes de onda de todo el espectro visible. Estas se encuentran en un intervalo de temperatura de entre 5500°K y 6500°K. Por ejemplo, una lámpara incandescente convencional tiene un filamento que está a 2.700 grados Kelvin, y por definición una da temperatura de color de 2.700 grados Kelvin, por tanto producirá una luz cálida anaranjada.

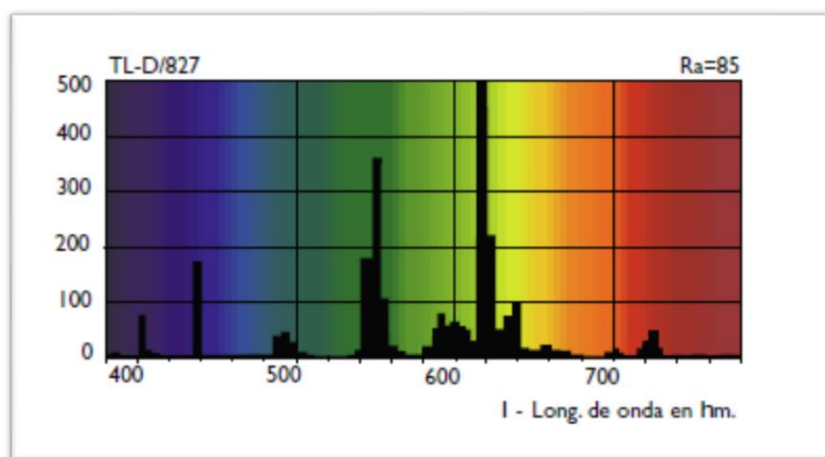


Ilustración 4. Distribución de las longitudes de onda predominantes en un fluorescente de Philips con temperatura de color de 2700°K. Se le denomina super flojo cálido. Observamos como la longitud de onda predominante es la correspondiente a unos 620 nm.

Imagen propiedad de

<http://www.ylumsa.com.ar/images/Philips/Tubos%20Super%20827.pdf>

Aunque aparentemente todas las luces blancas parecen iguales, pueden existir diferencias en lo referido a sus temperaturas de color, lo cual variará el espectro de ondas electromagnéticas que emiten. Por este motivo, para poder clasificar las luces blancas se emplea el concepto de temperatura de color.

La temperatura del color es un aspecto importante a tener en cuenta cuando elegimos una iluminación, y la elección se realiza en base a los siguientes factores:

Ambiente: El blanco cálido crea un ambiente acogedor; el blanco neutro o frío crea ambiente de trabajo.

Clima: Los habitantes de regiones geográficas más frías por lo general prefieren temperaturas de color más bajas (luces cálidas) los habitantes de regiones tropicales prefieren, por lo general luces con temperaturas de color más altas (luces frías).

Nivel de iluminación necesario: Intuitivamente se toma como punto de referencia la luz natural. Una luz blanca cálida representa la luz al final del día, en un nivel de iluminación más bajo. Esto significa que en iluminación interior, bajos niveles de iluminación deben ser logrados con luz blanca cálida, mientras que cuando se necesita un nivel de iluminación muy alto debe ser logrado con una luz blanca fría o neutral^{68,69}.

Esquema de color en interiores: Los colores como el rojo o el naranja se muestran más naturales si son iluminados con un color blanco cálido, mientras que los colores fríos se ven más saturados si son iluminados con una luz color blanco frío. De esta manera, en un supermercado, en la zona de carnicería se usarán luces con bajas temperaturas de color que potencien los rojos, mientras que en la pescadería, se usarán luces con altas temperaturas de color que potencien los azules para dar una mejor apariencia a los productos⁷⁰.

En el gabinete dental lo que nos interesa es no producir ninguna variación en el color real, es decir, poder percibirlo con la mayor certeza posible, por tanto, debemos usar como luz ambiente luces blancas neutras, que **no sobrepasen los 6500°K, y no se encuentren por debajo de los 5500°K**^{68,69}.

1.2.2 Índice de Reproducción Cromática (Ra o CRI)

Mediante este parámetro se pretende establecer el grado de exactitud con que se reproducen los colores de los objetos bajo una fuente de luz dada, en comparación a cuando son observados bajo una fuente de luz patrón. Este índice, que varía en un rango de 0 a 100, establece que contra más alto sea el valor, mejor se reproducirán los colores de los objetos cuando sean observados bajo esa fuente de luz en particular. El IRC del sol es de 100, por lo que es el punto de referencia indiscutible. Por este motivo los fluorescentes que usamos en nuestras consultas deben aproximarse lo más posible a 100. El IRC es totalmente independiente de la temperatura del color. El sol siempre presenta un IRC de 100, tanto cuando emite una luz cálida al atardecer como a medio día en un día nublado. Dada una fuente de luz de cierta temperatura de color, se observan bajo ella distintos colores patrón, y se obtiene un conjunto de índices que representan las desviaciones entre estos colores observados bajo la fuente en cuestión, y bajo una luz incandescente patrón (de IRC=100) con la misma temperatura de color. De estos índices se obtiene un valor medio llamado IRC. Así podemos decir que el IRC es *lo bien que se reproducen los colores cuando son observados bajo esa fuente de luz concreta*. Las lámparas incandescentes, al ser similares a un cuerpo negro radiante, y por lo tanto al sol, tienen muy altos índices de reproducción cromática, cercanos a 100. Como el IRC es un promedio entre la apreciación de varios colores, la lámparas (especialmente fluorescentes y de descarga de alta intensidad) pueden ofrecer altísima reproducción cromática para algunos colores y una mala reproducción para otros. El promedio es lo que se muestra como IRC. Bajo lámparas con muy baja reproducción cromática, cierta gama de colores puede aparecer bastante monocromática, haciendo muy difícil poder discernir entre dos colores, que sin embargo bajo la luz solar resultan claramente diferentes. Dependiendo de la tecnología y tipo de lámparas, los diferentes fabricantes ofrecen modelos de lámparas con diferentes índices de reproducción cromática. Excepto para las lámparas incandescentes (que todas tienen excelentes índices IRC) por lo general, una mejora en la reproducción cromática puede implicar una pérdida de eficiencia lumínica o un precio más elevado^{71,72,73,74} (Ilustración 5).

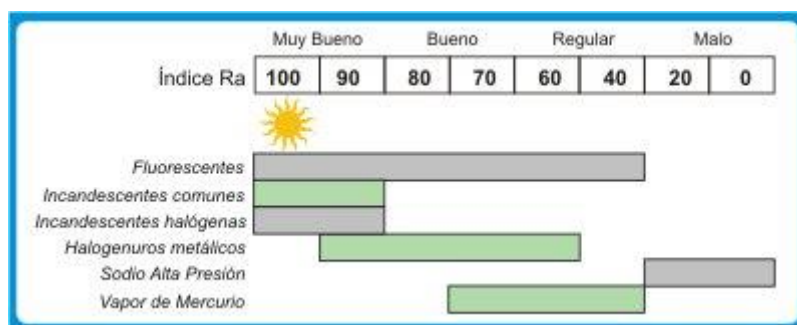


Ilustración 5. Rangos usuales de CRI para diferentes tipos de lámparas.

VALOR Ra	REPRODUCCIÓN CROMÁTICA
90-100	Excelente
80-90	Buena
60-80	Regular
60 o menos	Pobre

Tabla 1. Índice de reproducción cromática (75)

1.2.3 Medidas fotométricas

Es necesario distinguir las cuatro medidas fotométricas básicas que los profesionales de la iluminación utilizan para medir cuantitativamente la luz:

- Flujo luminoso.
- Intensidad luminosa.
- Iluminancia o nivel de iluminación.
- Luminancia.

1.2.3.1 Flujo luminoso

Expresa la cantidad total de luz irradiada por segundo, por una fuente de luz, por ejemplo una bombilla que ilumina una habitación. Su unidad es el lúmen (lm).



Ilustración 6. Emisión de luz. Flujo luminosos

1.2.3.2 Intensidad luminosa

Expresa el flujo de luz emitido en una cierta dirección, como sería el caso de una linterna. Su unidad es la candela (cd).

1.2.3.3 Iluminancia o nivel de iluminación

Es la cantidad de flujo luminoso que cae sobre una superficie, en nuestro caso, los dientes. Su unidad es el lux (lx). Es la cantidad de luz que ilumina una zona concreta, por tanto, la iluminancia y su distribución tienen una gran importancia en cómo una persona realiza una tarea visual de un modo rápido, seguro y confortable^{75, 76}. La Norma Europea EN 12464-1 de noviembre de 2012^{77,78} determina unos valores de iluminancia que son válidos para condiciones visuales normales y tienen en cuenta los siguientes factores:

- Aspectos psicofisiológicos tales como el bienestar y el confort visual.
- Requisitos para tareas visuales.
- Ergonomía visual
- Experiencia práctica.
- Seguridad.
- Economía.

Si las condiciones visuales necesarias de iluminación difieren de las condiciones normales de iluminación, tenemos la posibilidad de ajustar el valor de iluminación por lo menos un escalón en la siguiente escala de iluminación. En condiciones normales de iluminación, se requieren aproximadamente 20 luxes para discernir las características de la cara humana y es el valor más bajo tomado para la escala de iluminancias. La escala de iluminancias recomendada por la Norma Europea EN 12464-1⁷⁸ es:

20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1000 – 1500 – 2000 – 3000 – 5000 Luxes.

Una iluminación de 20 luxes, como se ha señalado anteriormente, es la iluminación mínima requerida para discernir las características de la cara humana, según la normativa europea de iluminación interior, la iluminación mínima requerida para la iluminación general en una clínica dental es de 500 luxes, y debe estar libre de deslumbramiento para el paciente⁶⁸.

La iluminancia mantenida requerida debería ser aumentada en determinadas circunstancias. En la clínica dental son necesarios elevados valores de iluminación como consecuencia de que el trabajo visual es crítico, los errores son costosos de rectificar, es necesario lograr una gran exactitud en nuestros tratamientos, tanto a nivel estético como biomecánico, debemos fijar la vista en detalles inusualmente pequeños y desempeñamos el trabajo durante largos periodos de tiempo.

Para otras actividades que no precisan realizar tareas que requieran una alta exactitud, o en los que la tarea se realiza durante un corto espacio de tiempo, la iluminancia mantenida requerida puede ser disminuida

De cualquier manera, en áreas ocupadas de forma continua, la iluminancia no debe ser menor de 200 luxes.

En lo que se refiere a la odontología, en ningún caso la iluminancia debe ser inferior a los valores descritos a continuación, debido a la necesidad de exactitud del trabajo a realizar y al pequeño tamaño de nuestra fuente de trabajo, los dientes.

Según lo dispuesto en el BOE número 300⁷⁷, versión oficial de la Norma Europea EN 12464-1 de noviembre de 2012^{41,51,73,78}.

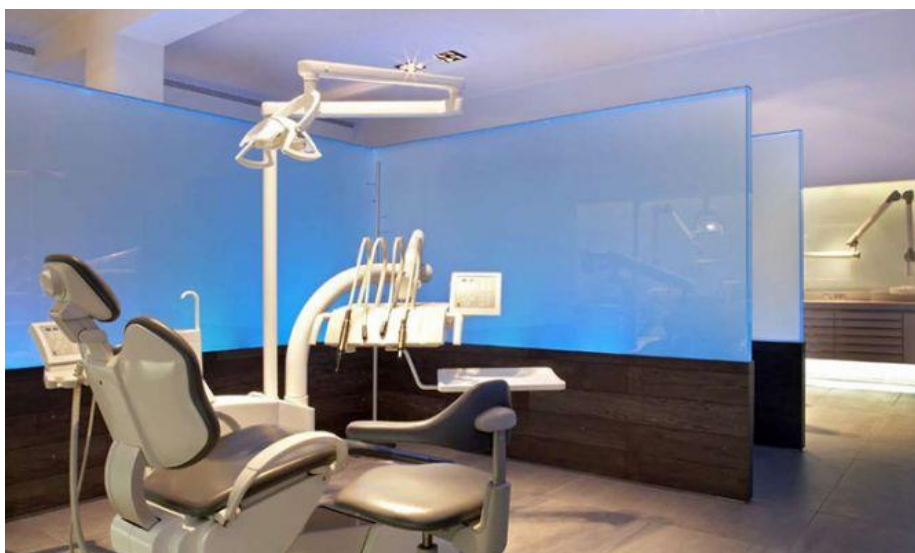


Ilustración 7. Iluminación de un gabinete dental.

1.3.2.4 Luminancia

Es la cantidad de luz proveniente de un objeto o punto determinado, como por ejemplo, una lámpara fluorescente emite de 5000 a 15000 cd/mm²^{4, 41, 51}.

1.3 LA NATURALEZA TRIDIMENSIONAL DEL COLOR

El descubrimiento de la existencia de unos receptores específicos para las longitudes de onda hizo que la visión del color se pudiera reducir a las Leyes Matemáticas de Grassmann (1887)^{3,41,64,66,79,80,81,82,83}.

Primera Ley:

El ojo humano normal sólo percibe tres atributos de la luz: tinte, valor e intensidad^{3,41,64,66,79,80,81,82,83,84}. Con esta ley se establece el concepto de la naturaleza tridimensional del color, muy útil para establecer un orden en las guías de color en odontología.

Segunda Ley:

Cualquier color que se pueda obtener mezclando dos colores específicos está en la línea que une estos colores en un diagrama de cromaticidad. Para Grassmann, un tinte varía de forma continua cuando varía de forma continua la longitud de onda, y, además, cuando llega a la máxima longitud de onda se pasa a la mínima (púrpura) y viceversa (a través del púrpura)^{3,41,64,66,79,80,81}.

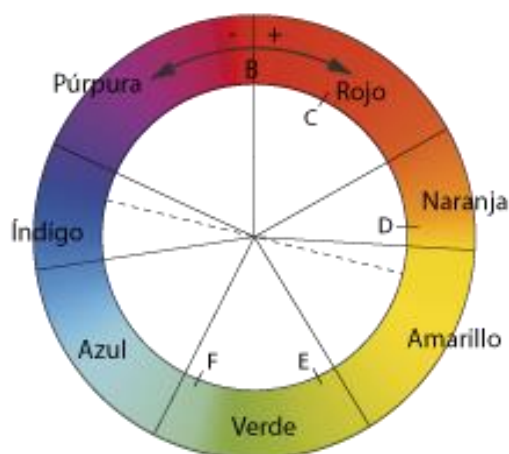


Ilustración 8. Diagrama explicativo de la Segunda Ley de Grassmann. Imagen propiedad de: http://www.gusgsm.com/grassmann_las_leyes_empiricas_sobre_la_vision_del_color

Tercera Ley:

Los mismos colores tienen los mismos efectos en las mezclas, aunque sus composiciones espectrales sean diferentes^{3,41,64,66,79,80,81}. El tercer postulado tiene gran importancia porque permite abstraer las características físicas de la luz y hablar simplemente de colores. Este hecho ha permitido a Grassmann interpretar los colores como vectores y la mezcla de dos colores como la suma de dos vectores. Ya se había visto con Newton que dos colores que parecen iguales pueden tener características espectrales distintas. Por ejemplo: El color M se puede formar mezclando A y B o mezclando C y D. En el primer caso, la característica espectral de M es la suma de las características espectrales de A y B, y en el segundo caso de C y D^{3,41,64,66,79,80,81}.

El hecho de conocer que el color tiene una naturaleza tridimensional tiene una gran importancia a la hora de identificar un color de otro porque nos permite ser mucho más precisos y coherentes a la hora de la elección. Como ya se ha comentado antes, el color de cualquier objeto está definido por tres atributos o dimensiones: tinte, valor e intensidad.

El **tinte**, es la cualidad por la cual distinguimos las familias de colores, es decir, por la que diferenciamos el rojo del verde, por ejemplo. Hablando de la naturaleza “física” del color, diríamos que el tinte es la sensación por la cual percibimos las distintas longitudes de onda de la energía radiante^{1,3,64,66,79,81,84}.

El **valor**, es la cualidad por la cual distinguimos un color claro de otro oscuro, por ejemplo, el rosa blanquecino del rosa oscuro. Es por este motivo por el que el valor es la cualidad más importante para el odontólogo. Está determinado por la cantidad de blanco o negro que posea el objeto, cuanto más blanco tenga, más alto será el valor, y cuanto más negro tenga, más bajo será el valor. Es la única dimensión que puede existir aislada, no tiene color ni cromatismo. En la teoría de Munsell (basada en los principios de la percepción del color, Munsell intenta ordenar los colores en escalas de tinte, intensidad y valor), el ordenamiento de las hojas de los tintes está basado en esta dimensión. Cada hoja de tinte se emparenta con la claridad/oscuridad de la columna acromática de la izquierda. En odontología se ve afectado, sobre todo, por la transparencia del esmalte. Clínicamente, podemos determinar el valor entornando los ojos, así conseguimos que la visión escotópica de los bastoncillos (para la luz media) se ponga en marcha. Los bastones sólo transmiten una señal gris o blanca, como en el caso del televisor en blanco y negro. Este mecanismo resulta muy útil porque proporciona un medio para determinar con cierto grado de certeza la dimensión del valor^{3,64,66,67,79,81,84}.

La **intensidad**, es la cualidad por la cual distinguimos un color fuerte de otro débil, es decir, es la cantidad de un tono cromático que posee un color⁸². En odontología, la intensidad del color está dictada por la dentina e influida por la translucidez y espesor del esmalte. En los dientes, las intensidades más elevadas están en la porción gingival, mientras que las más bajas están en las regiones incisales. En una carta de Munsell⁸³, todos los colores de una hilera vertical tienen la misma intensidad, las diferencias que se observan son de valor. Todos los colores de una hilera horizontal dada tienen el mismo valor, las diferencias que se observan en este caso son de intensidad^{1,3,64,66,79,81,84}.

Las dimensiones del color



Ilustración 9. Diferencia de tintes con el mismo valor y la misma intensidad.

Imagen propiedad de <http://dp1glorianacisneros.blogspot.com/>



Ilustración 10. Diferencia de valor con tinte e intensidad constantes

Imagen propiedad de <http://dp1glorianacisneros.blogspot.com/>.



Ilustración 11. Diferencia de intensidad con el mismo valor y tinte.

Imagen propiedad de <http://dp1glorianacisneros.blogspot.com/>

Espacio del color de Munsell

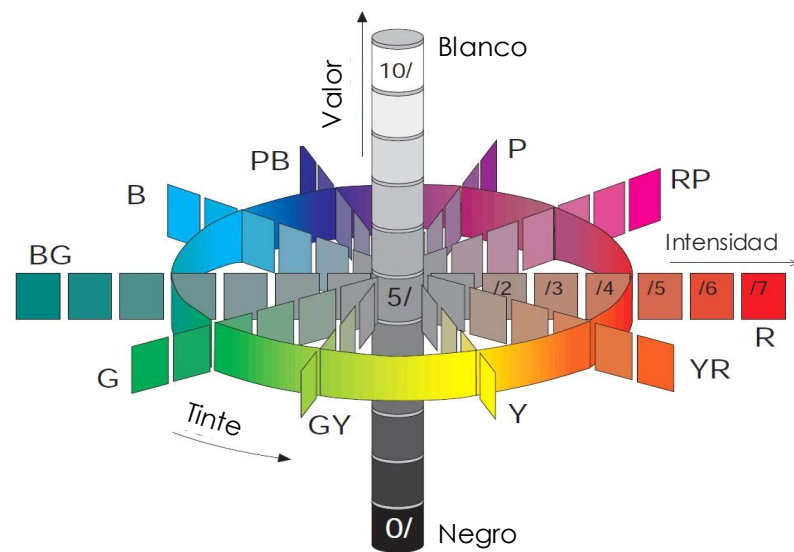


Ilustración 12. Carta de colores de Munsell. Representación de las distintas calidades del color según el sistema de Munsell. En el ecuador hay una escala de tintes de color (R = rojo, YR = rojoamarillento, Y = amarillo, GY = verdeamarillento, G = verde, BG = verdeazulado, PB = azul-púrpura, P = púrpura, RP = rojo-púrpura); en el eje, los grados de valor desde el negro hasta el blanco y en las escalas de disposición radial, los grados de intensidad.

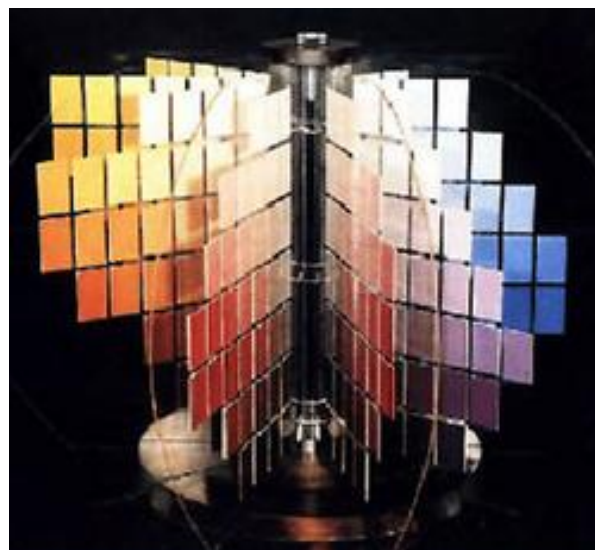


Ilustración 13. Modelo real del espacio de color de Munsell

1.3.1 Espacio de color CIE 1931

En 1931, la Comisión Internacional de la Iluminación⁸⁵ desarrolló un sistema para especificar los estímulos cromáticos basándose en valores triestímulo de tres primarios imaginarios. La base de este sistema fue el llamado observador estándar CIE 1931^{85,86}. Su objetivo era lograr la compatibilidad de los dispositivos de visualización⁸⁷.

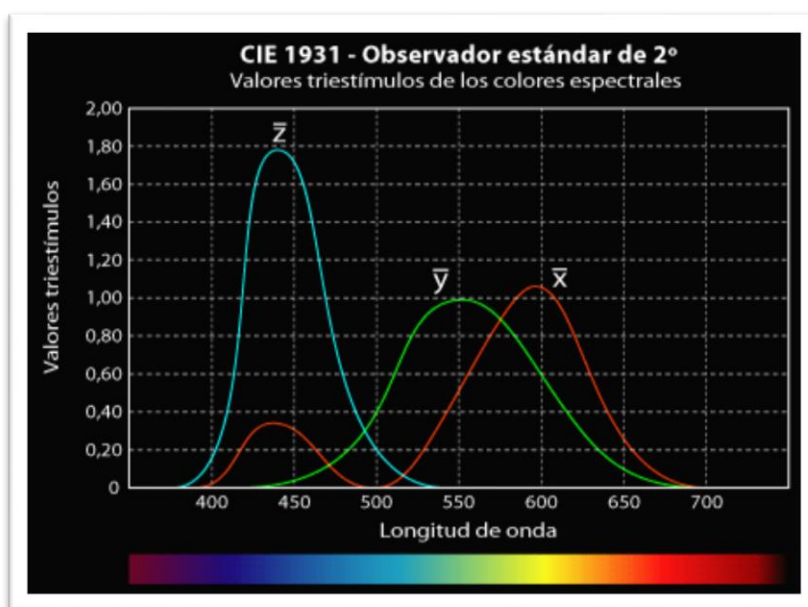


Ilustración 14. Funciones de igualación de colores para los primarios CIE XYZ. Equivalen a las cantidades de los tres primarios que un observador promedio necesitará para igualar una unidad de luz en cada longitud de onda. Imagen propiedad de http://www.gusgsm.com/observador_estandar_cie_1931

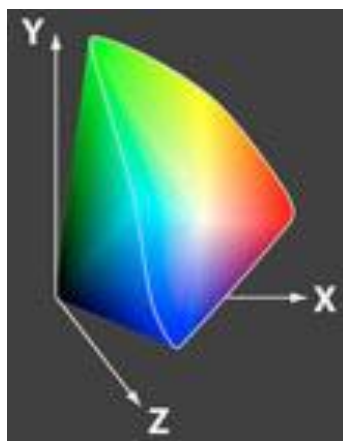


Ilustración 15. Espacio del color triestímulo XYZ CIE 1931. Imagen propiedad de http://www.gusgsm.com/espacio_tristimulo_XYZ_CIE_1931

El observador estándar CIE 1931 es el resultado de experimentos en los que se pidió a los sujetos que establecieran una igualdad entre longitudes de onda monocromáticas con mezclas de los tres primarios aditivos (de hecho, el observador estándar es una tabla en la que se indica cuánto de cada primario necesita)⁸⁶.

El observador determina la cantidad de los tres primarios necesarios para obtener un color correspondiente y apunta los valores en una tabla con la correspondiente longitud de onda⁸⁸.

Los valores triestímulo son las cantidades de tres primarios que especifican un estímulo de color. Los valores triestímulo de CIE 1931 se llaman X, Y y Z.

El problema de este método es que sean cuales sean los primarios elegidos, algunos colores no se pueden igualar con ninguna combinación^{86,88}.

El espacio formado por los ejes X, Y y Z se puede considerar un espacio tridimensional. En ese espacio cualquier color se representa con un punto concreto y el conjunto de todos los puntos forma un sólido tridimensional que es el espacio del triestímulo XYZ.

El valor triestímulo Y se corresponde con el valor. Los otros dos valores triestímulo no se corresponden con ninguna de las dimensiones del color. Por tanto, en el diagrama de cromaticidad CIE 1931, los distintos valores triestímulo difieren entre sí únicamente por el valor, presentando siempre el mismo tinte e intensidad (cromaticidad). Al tratarse de una síntesis aditiva, el color blanco se obtiene mezclando en igual proporción los tres colores primarios, y se llama punto de igual energía. Una línea desde el punto de igual energía a cualquier punto del borde representa todos los tintes de un color que se encuentra en el borde. Los colores que se encuentran en los bordes son los que presentan un menor valor puesto que no contienen blanco. Cuando nos acercamos al blanco aumenta el valor del color⁸.

1.3.2 El espacio de color CIELAB

El espacio de color CIE 1931, presenta el problema de que no permite una cuantificación del color, puesto que los colores no son fácilmente interpretables en lo que a las tres dimensiones del color se refiere: valor, tinte e intensidad.

En general, para evaluar un sistema de representación del color se hace referencia al sistema de color CIELAB⁸³. Aunque es cierto que el espacio colorimétrico XYZ y el correspondiente diagrama de cromaticidad xy tienen propiedades notables (como que las mezclas aditivas sean lineales, por ejemplo), tienen el inconveniente de que la distribución de los colores no es perceptualmente uniforme.

Los tres ejes del sistema CIELAB se indican con los nombres L^* , a^* y b^* . Representan, respectivamente el Valor (*lightness*), el tinte de rojo a verde (*redness-greenness*) y el tinte de amarillo a azul (*yellowness-blueness*) (los dos últimos ejes están inspirados en la teoría de los procesos opuestos)

Espacio del color CIELAB

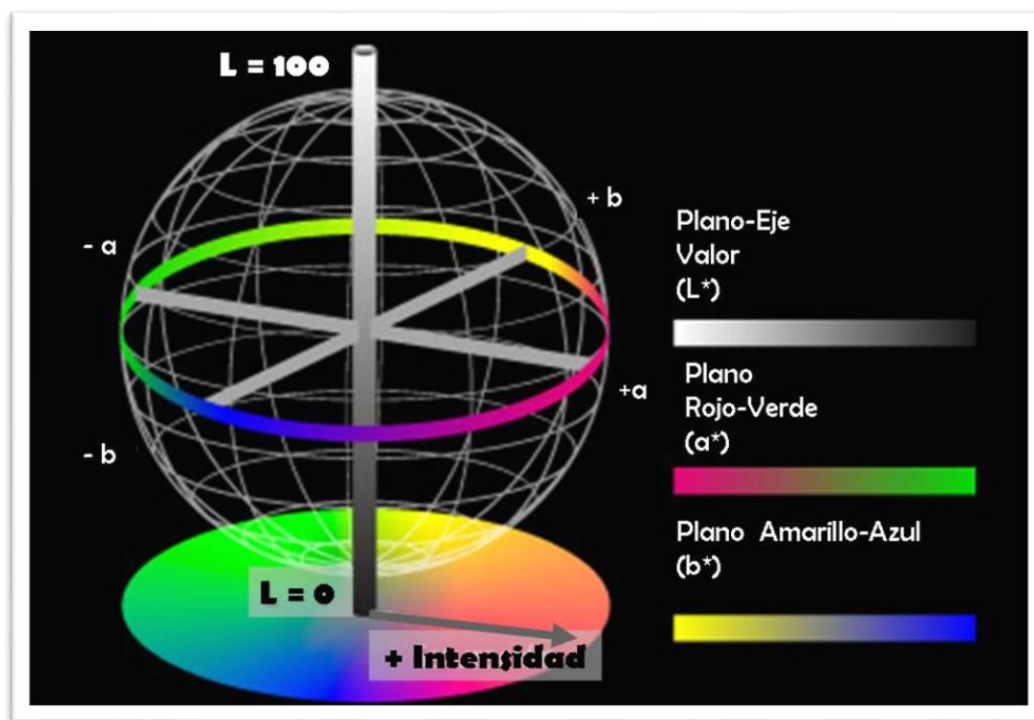


Ilustración 16. El espacio de color CIELAB es un espacio tridimensional con tres planos o ejes.

Una vez fijada la coordenada L^* (Valor), además de con las coordenadas rectangulares a^* y b^* , también podemos representar el color con las coordenadas polares C^* y h^* , definidas matemáticamente a partir de las coordenadas a^* y b^* con la siguiente fórmula⁹⁰ manteniendo la distribución de los colores en el espacio cromático $L^*a^*b^*$, cambia aquí únicamente el cálculo de la localización del color en el espacio cromático :

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h = \arctan (b^* / a^*)$$

La importancia de este sistema radica en su correlación directa con la naturaleza tridimensional del color, ya que los valores de C^* y h^* se corresponde respectivamente con la intensidad y con el tinte. El valor de h^* es el ángulo del tinte y se expresa en grados.

Para determinar el color dental es prioritario evaluar la interacción de las dimensiones Valor (L^*), intensidad (C^*) y tinte (h^*) del color. Con fines prácticos es más fácil manejar los valores $L^*C^*h^*$, ya que hacen referencia directa a las características cromáticas de interés como son el Valor (L^*), la intensidad (C^*) y el tinte (h^*)⁸⁹.

La guía 3D Master de Vita utilizada en este trabajo está basada en este sistema.

Espacio de color $L^*C^*h^*$

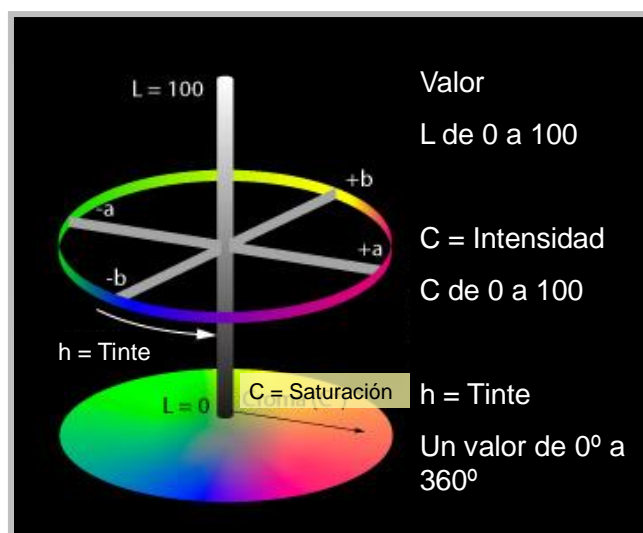


Ilustración 17. Espacio del color $L^*C^*h^*$

1.4 FACTORES DETERMINANTES DEL COLOR DENTAL

Para el ojo no adiestrado, los dientes son simplemente blancos, pero para el odontólogo que debe elegir un color para realizar restauraciones no es tan sencillo, ya que debe fijarse en los múltiples matices que presentan los dientes naturales para poder reproducirlos lo más fielmente posible.

En un cuerpo iluminado, el diente en este caso, existen una serie de factores que van a ser determinantes en la toma del color de ese diente: color local, color tonal o zonal y color reflejado o ambiente.

Color local: es el color específico o propio de cada diente.

Color tonal: son las variaciones del color local por efectos de luz y sombra.

Color reflejado: es la influencia que tienen en el diente los colores reflejados de los cuerpos más próximos^{3,64,66,91}.

Existen factores biológicos que determinan el color dental. Estos factores son:

Edad: Los colores de los dientes naturales cambian con la edad. Los dientes jóvenes tiene las cámaras pulpares más amplias, y el color rojo de la pulpa influye en el color total del diente. Con la edad, al ir depositándose dentina secundaria en el interior del diente, se va perdiendo transparencia y el diente se vuelve más opaco, y aumenta la intensidad y disminuye el valor.

A medida que los dientes se desgastan con el cepillado y pulido, la superficie dentaria se vuelve más lisa y se refleja más la luz. También se produce una disminución del espesor del esmalte lo que produce una disminución del valor, y un aumento de la translucidez (vemos más la dentina).

La abrasión de los bordes incisales se traduce en una pérdida de esmalte y con ello perdemos translucidez, al quedar expuesta la dentina.

Los dientes también se oscurecen por la placa bacteriana, depósitos, restos de alimentos y absorción de fluidos bucales.

Al envejecer, aumenta la intensidad en el color de los dientes, y, además tienen un menor valor^{3,64,66,91}.

Sexo:

En el sexo masculino la intensidad es mayor, y en la mujer es mayor el valor.

Raza:

Las personas de raza negra, al contrario de lo que pueda parecer, tienen los dientes más oscuros que las personas de raza blanca, aunque debido al color oscuro de su piel nos da la sensación de que es al contrario, presentan más valor e intensidad^{3,64,66,91}.

Medicamentos:

Determinados medicamentos como las tetraciclinas administradas a niños o mujeres embarazadas producen una hiperpigmentación amarilla, marrón o grisácea, especialmente en la zona cervical de los dientes anteriores^{3,64,66,91}. Estos pacientes presentan franjas horizontales de los colores descritos, que serán más o menos intensas dependiendo de la cantidad de fármaco suministrado. El mecanismo de acción se basa en la capacidad de las tetraciclinas de unirse al calcio que se incorpora al hueso y a los dientes. La exposición a la luz desencadena reacciones fotoquímicas cromogénicas, por lo que las superficies más expuestas a la luz son las que más oscurecimiento sufren, es decir, las caras vestibulares de los dientes anteriores⁹².

Como consecuencia del elevado consumo de flúor aparecen tinciones por fluorosis. El exceso de flúor actúa sobre la secreción de proteínas en la matriz del esmalte modificando la transferencia de minerales en el esmalte e inhibiendo la proteólisis de amelogeninas. Este hecho se traduce en un incremento de porosidad del esmalte y apariencia opaca del mismo⁹³.

Hábitos:

El tabaco, el café, el té, van depositando sobre la superficie de los dientes naturales y de las restauraciones de composite una serie de pigmentos que van oscureciendo su color^{3,64,66,81}.

Pigmentos:

La melanina da una tonalidad negra a la cara. Cuando la piel es muy blanca, hay menos cantidad de melanina y existe un menor valor y translucidez.

Estructuras del rostro:

Como la boca, los ojos y sobre todo el pelo, ya que los morenos tienen mayor intensidad en el color dental que los rubios^{3,64,66,81}.

El entorno:

El entorno en el que se lleva a cabo la toma de color, tiene una gran influencia en el color que elegiremos, ya que ciertos colores de los objetos que nos rodean nos pueden llegar a influir negativamente sin que seamos conscientes. Dentro del entorno, hemos de diferenciar los factores que provienen del propio paciente, los del clínico y los del gabinete^{3,64,66,81}.

El paciente:

Las mujeres normalmente suelen llevar los labios pintados y suelen usar una gama de colores que van del rojo al violeta, para enmarcar la cavidad bucal y que esta resalte y sea un foco de atención de la mirada. Esto nos obliga, cuando tenemos que tomar el color, a eliminar el maquillaje, ya que las ondas luminosas reflejadas pueden alterar nuestra percepción al aumentar el porcentaje de rojo que percibe nuestro ojo^{94,95}. Lo mismo ocurre con la piel de la cara. Los maquillajes faciales de colores amarillos-naranjas o cobrizos pueden alterar la percepción del color dental. La ropa de colores vivos también puede alterar la percepción del color, como un traje rojo o amarillo, etc.

Cualquier color vivo está enviando gran cantidad de luz reflejada al entorno de la cavidad oral.

Estos problemas se solucionan fácilmente pidiendo al paciente que se quite el lápiz de labios o el maquillaje si éste es muy intenso. En cuanto a las ropas, se cubrirán con un paño de color neutro (gris) que hace que el color de la ropa no influya en el color del diente^{3,64,66,81}.

El clínico:

El problema es que lleve indumentaria de color verde o azul muy intenso. Lo más recomendable es que ésta sea blanca para que refleje la luz sin alteraciones cromáticas, aunque siempre supone un problema menor que el de la ropa del paciente^{3,64,66,81}.

El gabinete:

Lo recomendable es que las paredes, suelo y techo sean de color gris, mejor gris claro para que reflejen mayor cantidad de luz. El objetivo es que el gabinete sea lo más parecido a una cámara neutra para la toma de color y que la luz ambiental sea lo más pura y neutra posible para poder controlar la cantidad y calidad de luz que incide en el diente^{3,64,66,81,95,96}.

La luz:

La luz que tenemos en el gabinete dental es de tres tipos:

Luz natural: Hasta ahora ha sido imprescindible para la toma de color. Desde siempre se ha promulgado que debe tomarse el color con una luz que debe venir de una ventana orientada al norte, al mediodía y en un día despejado^{1,64,66,81,97} (Ilustración 18). El problema es que los días con estas características tan concretas son muy escasos a lo largo del año. La luz solar cambia de espectro a lo largo del día y a lo largo del año según en qué estación nos encontremos. Como se expone en la Norma Europea EN 12464-1 de noviembre de 2012⁷⁸, la luz natural varía de nivel y de composición espectral con el tiempo y por ello proporciona una variación en un interior, por tanto no podemos considerar la luz natural de la calle como ideal debido a que no es estable. Además, en interiores con ventanas laterales, la luz natural disminuye según nos alejamos de la ventana, por lo que es necesario un alumbrado suplementario para asegurar la iluminancia requerida en el puesto de trabajo y para equilibrar la distribución de iluminancias dentro de la sala. Para reducir el deslumbramiento, debería proveerse a las ventanas de un apantallamiento cuando sea necesario⁸⁴.

Aunque en el gabinete dental tenemos sólo algunos tipos de iluminación artificial, resulta interesante conocer que existen numerosos tipos de iluminación en el mercado. Por ello, la Comisión Internacional de L'Eclairage (CIE)⁸⁵ realizó un trabajo de estandarización entre los distintos tipos de iluminación distinguiéndolos por la distribución espectral de su energía y por la fuente luminosa^{98,99}.

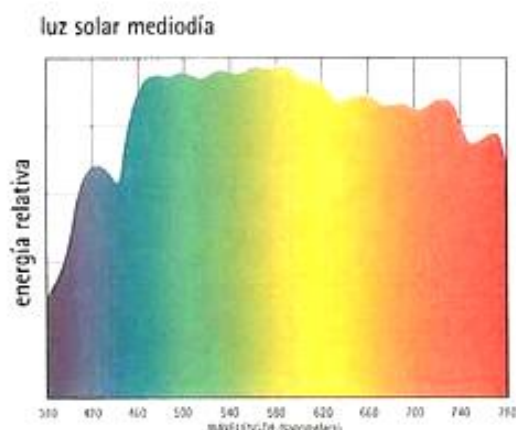


Ilustración 18. Espectro de la luz natural al medio día.

Imagen propiedad de:

http://www.construmatica.com/construpedia/El_Color_y_la_Luz

Luz incandescente: es la del equipo. Proporciona una gran intensidad lumínica (luxes) en un área determinada, pero el problema que tenemos con este tipo de luz es su temperatura de color, alrededor de 3300-3500°K, que no es la adecuada para la toma de color porque tiene gran cantidad de amarillo-naranja que puede llevar a error^{3,64,65,81,97}. La iluminación de clase A estandarizado por la CIE, se basa en la fuente más usual de luz artificial: la bombilla incandescente de filamento de tungsteno. Su distribución espectral se corresponde con la de un cuerpo negro a unos 2.856 °K¹⁰⁰.

Luz fluorescente: Se localiza en el techo del gabinete. Debe proporcionar la iluminación necesaria (cantidad de luxes) así como contar con la calidad adecuada, es decir, tener una correcta temperatura de color para evitar alteraciones durante la toma del color. Debemos emplear fluorescentes especiales de “luz día”. Estos fluorescentes presentan gran variedad de longitudes de onda y abarcan todo el espectro. La gran ventaja de este tipo de fluorescentes con respecto a la luz natural es que los valores en cuanto a la intensidad lumínica (luxes) y calidad de luz (temperatura de color) no varían a lo largo del día, algo imposible de conseguir con la luz natural^{3,64,66,81,97}.

Dentro de las luces fluorescentes, existen diferentes tipos y categorías en función de las necesidades del usuario. Los fluorescentes “luz día” comienzan con la letra D mayúscula y dos cifras que indican la temperatura de color aproximada. Así, el D50 tiene una temperatura de color de aproximadamente unos 5000°K, y el D65 de unos 6500°K. Cuando el sol es de medio día, su temperatura de color ronda los 5.000° K. Cuando está en el horizonte, su temperatura es inferior. Cuando hay nubes en el cielo, tiene unos 6.500° K, mientras que a la sombra es de 7.500° K. De esto depende el tipo de color que nosotros percibamos^{92,98,99,101}. (Ilustración 19, 20,21).

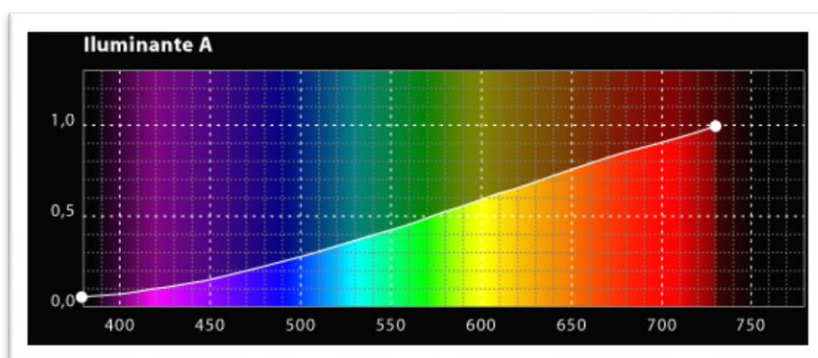


Ilustración 19. La luz incandescente presenta gran cantidad de longitud de onda correspondiente al naranja-rojo debido a su baja temperatura de color. Imagen propiedad de http://www.gusgsm.com/iluminantes_estandares_cie

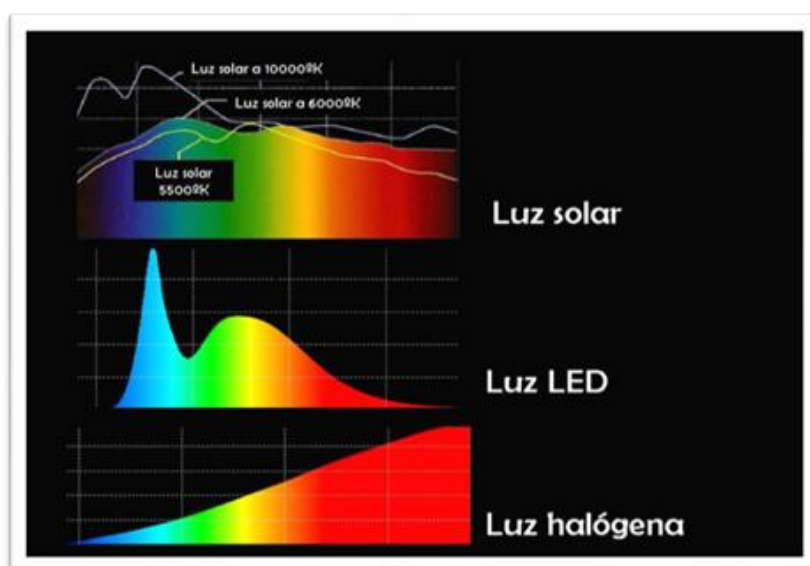


Ilustración 20. Espectro de ondas electromagnéticas de diferentes tipos de iluminantes:

En el primer caso observamos el espectro de la luz solar en condiciones adecuadas.

En el segundo caso, el espectro de una lámpara de LED (QX1J1), en el que podemos observar que predomina la longitud de onda correspondiente al color azul.

En el tercer caso observamos el espectro que presenta una luz halógena. Presenta un gran predominio de las longitudes de onda rojo-anaranjado.

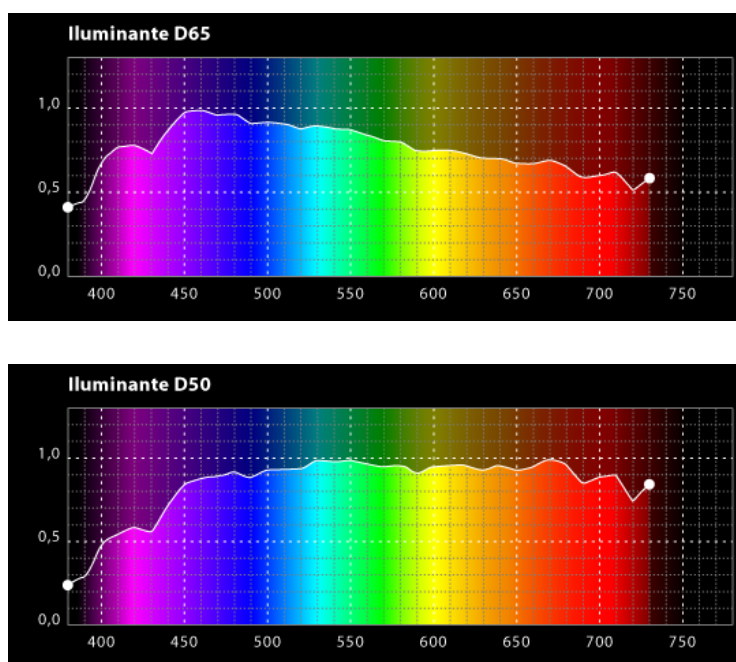


Ilustración 21. Gráficos de los fluorescentes de la serie D correspondientes al D50 y D65. Se puede observar que la distribución del espectro electromagnético que presentan es uniforme, así podemos ver que la temperatura del color es correcta, con lo cual serán apropiados para la toma del color dental (92, 98, 99, 101).

Imágenes propiedad de:

http://www.gusgsm.com/iluminantes_estandares_cie

Es importante tener en cuenta los paneles de difusión que cubren los tubos fluorescentes, ya que también interfieren en el paso de las longitudes de onda. Para evitar este suceso, se recomienda usar los difusores de tipo rejilla, ya que no filtran ninguna longitud de onda del espectro ^{102,103}.

Cuando observamos la características de una fuente de iluminación solemos encontrarnos a parte de con la información referente a la temperatura del color, con la referente al Índice de Reproducción Cromática (Ra o CRI). Podemos encontrar este parámetro expresado tras la temperatura del color, es decir, por ejemplo un fluorescente en el que aparezca indicado TLD 65/95, ya sabemos que el número 65 corresponde a la temperatura de color de 6500 °K y el 95 corresponde al CRI, que en este caso sería de 95, es decir muy bueno para la determinación del color ya que es muy cercano al máximo que es 100.

Además, es importante tener cuidado con *otros focos de luz* como pantallas de ordenador, y procurar que no estén enfrente o cerca de los dientes ^{64,97}, ya que su luz también puede influir en la elección del color.

Como el color es una experiencia sensitiva individual procesada por el cerebro, en el análisis y percepción del color entra un componente subjetivo muy importante. La elección del color para realizar la reconstrucción o reposición de un diente depende de

numerosos factores. En esta ocasión nos centraremos en los factores dependientes del observador, dejando a un lado el resto, ya que de ellos depende en gran medida el éxito a la hora de la toma de color. Estos *factores dependientes del observador* son los siguientes:

- La **subjetividad**, debido a las diferencias en el concepto de la estética, a las funciones de respuesta visual del individuo, a las experiencias pasadas. Dos especialistas expertos en la reconstrucción dental, sin presentar ninguna alteración de la visión cromática, pueden elegir para sus trabajos dos colores diferentes^{64,82}.

- El **cansancio visual**. La objetividad en la elección del color puede verse afectada por el cansancio del clínico tras mucho tiempo de observación del objeto. La adaptación al tinte es probablemente uno de los fenómenos más importantes de la visión del color. Cuanto más tiempo se observa un determinado tinte, menos sensibilidad se tiene para advertir diferencias dentro de él, ya que existe una saturación de los conos con lo que se pierde sensibilidad para el amarillo/anaranjado, recuperándose al mirar un objeto o fondo de color gris neutro o azul (color complementario)^{1,92}. Al mismo tiempo que se pierde sensibilidad como consecuencia de la adaptación al color, se gana en relación al color complementario. Como el observador no percibe esta reducción de la sensibilidad, muy a menudo se tiene la sensación de que una observación prolongada conduce un aumento en la percepción de detalles, cuando en realidad ocurre exactamente lo contrario¹. Por todo ello se deben hacer pausas de descanso, mirando el diente un máximo de 5 segundos, siendo la primera elección la mejor.

- **Iluminación de la zona de no trabajo**. El contraste entre la luz o iluminación de la zona de trabajo y la del resto de la consulta tiene también importancia, ya que debe existir una buena relación o proporción entre las dos para evitar el cansancio visual. La proporción ideal entre iluminación de la zona de trabajo y el entorno **es de 3:1**^{64,82}.

- **Factores psicofisiológicos**. Existen muchas experiencias difíciles de precisar, son distintas interpretaciones de una misma realidad que percibida por el sistema visual o percepciones influenciadas por ciertas circunstancias. Son lo que podemos llamar ilusiones ópticas^{91,104}.

- **Trastornos somáticos**. Las alteraciones o anomalías en la visión cromática tienen un importante papel en la toma de color. Son las desviaciones de lo establecido como visión cromática normal. Aproximadamente un 8% de la población masculina presenta una anomalía en la percepción del color, mientras que el porcentaje en la población femenina es mucho menor. La intensidad y la iluminación desempeñan un papel muy importante en la función de estas anomalías¹⁰⁵.

La presencia de anomalías en la percepción del color no tiene influencia sobre la elección del valor, hecho previsible, ya que el valor es la cantidad de blanco o negro que tiene un color y está determinado por los bastones, las células encargadas de la visión en blanco y negro, y las alteraciones en la percepción del color están ligadas a los conos¹⁰⁴.

1.5 PROBLEMAS DEL COLOR DE LOS DIENTES: EL METAMERISMO

Durante toda la historia se ha estado especulando sobre la naturaleza del color del mundo que nos rodea. Si el color es una propiedad de un objeto o es un fenómeno que depende de nosotros mismos. Gracias a todos los estudios realizados sobre la naturaleza de la luz y sus propiedades, sabemos que el color es la manera en que nosotros percibimos una determinada longitud de onda. De esta manera, atribuimos a un determinado color la sensación que recibimos cuando nuestro sentido de la vista es excitado por una radiación luminosa no blanca. Se podría decir que el color es más un fenómeno subjetivo que un fenómeno de percepción ya que existe en nuestra mente y no en la realidad material. **Cuando decimos que la luz blanca no produce sensación de color, estamos afirmando sin más que nuestros órganos visuales son incapaces de hacer un análisis espectral de ella.**

El color de los cuerpos no es, en general, una propiedad intrínseca de ellos, sino que está íntimamente ligada a la naturaleza de la luz que reciben. Por eso, como ya hemos dicho, decimos que un objeto tiene un color cuando, con preferencia, refleja o transmite las radiaciones correspondientes a tal color.

De manera objetiva podemos hablar de colores puros y colores compuestos. Los colores puros son aquellos producidos por radiaciones que contienen una sola longitud de onda. Los colores compuestos están, formados por una radiación que contiene un espectro de diversas longitudes de onda. Si distintas radiaciones luminosas heterocromáticas (tienen distinta composición espectral) producen la misma sensación de color, diremos que son cromáticamente equivalentes. Así, aunque dos luces parezcan tener la misma apariencia de color, esto no significa necesariamente que las superficies se verán de la misma manera bajo ellas. Dos luces que aparentes ser del mismo blanco, pueden ser el resultado de diferentes combinaciones de longitudes de onda⁷⁵. Es muy importante conocer la composición que ilumina nuestros gabinetes, ya que, por ejemplo, si tenemos un diente en el cual el color predominante es el rojizo, y estamos usando para la determinación del color una iluminación que carece de longitudes de onda rojas, el color que percibiremos bajo esa luz será hacia un color “café-grisáceo”, ya que debido a la ausencia de longitudes de onda rojas en la luz, el diente no podrá reflejar estas longitudes de onda que componen su color. Así, los colores reflejados de un diente, pueden no ser vistos si dichas longitudes no están presentes en el espectro de luz ambiental^{93,102,106}.

Al conocer las propiedades que tiene la luz podemos imaginar la importancia que tienen las características de la iluminación de nuestros gabinetes dentales.

En primer lugar, como ya hemos visto, la composición de la luz (longitud de onda) que incide sobre un objeto, en este caso los dientes, determina de qué color vamos a percibir nosotros ese objeto. Esta longitud de onda de una determinada luz está íntimamente ligada a la temperatura de color que tiene esa luz, es decir, a bajas temperaturas, las frecuencias de las ondas electromagnéticas producidas por los cuerpos se sitúan generalmente en la región infrarroja del espectro de ondas electromagnéticas (razón por la que los cuerpos a temperatura ambiente no brillan). Aumentando la temperatura de un cuerpo, llegará un momento en que comenzará a

brillar con tendencia al rojo; si seguimos aumentando la temperatura del color, llegará un momento en el cual lleguemos ver como el cuerpo brilla en color blanco, estando así expresadas todas las frecuencias de ondas electromagnéticas que componen la luz visible. Si siguiéramos aumentando la temperatura del color llegaríamos a la zona ultravioleta del espectro. De esta manera, podemos decir que según aumenta la temperatura de la radiación (temperatura del color), aumenta la cantidad de componentes de longitud de onda de esa radiación. Esto quiere decir que nos aproximamos más a la luz blanca, es decir, a una luz que contenga todo el espectro visible. Hemos de tener en cuenta, que no todos los blancos son iguales, ya que dependen de los diferentes colores que lo conforman. Un blanco con una mayor proporción de rojo parecerá más cálido, y un blanco con una mayor proporción de azul parecerá más frío y variará nuestra percepción de un mismo color.

Con todo esto queremos decir que si por ejemplo una lámpara tiene una temperatura de color de 3.000° K, significa que un metal ardiente a 3.000° K produciría una luz del mismo color que la lámpara. Por tanto, para evitar fenómenos como el metamerismo, hemos de conseguir con nuestra iluminación temperaturas de color que contengan las longitudes de onda de todo el espectro visible. Estas se encuentran a unos 5500°K y 6500°K. Por ejemplo, una lámpara incandescente convencional tiene un filamento a 2.700° K, y por definición una temperatura de color de 2.700° K, por tanto producirá una luz cálida anaranjada. ilustración 22.

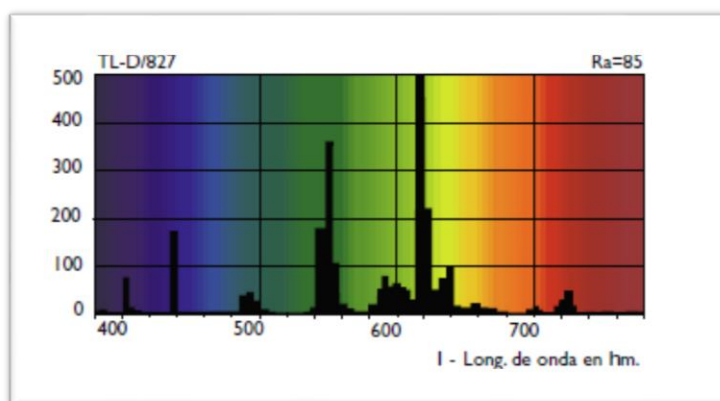


Ilustración 22. Distribución de las longitudes de onda predominantes en un fluorescente de Philips con temperatura de color de 2700°K. Se le denomina superflojo cálido. Observamos como la longitud de onda predominante es la correspondiente a unos 620 nm. Imagen propiedad de <http://www.ylumsa.com.ar/images/Philips/Tubos%20Super%2080.pdf>

El metamerismo se refiere, por tanto, a una situación bajo la cual dos muestras de color parecen iguales bajo una iluminación y diferentes bajo otra^{93,102,107 108,109} Ilustración 21. Esto es el resultado de las diferencias en la interacción entre las propiedades reflectivas de las tinturas y la composición espectral de la luz⁷⁵.

Los dientes naturales tienen la capacidad de opalescer más que la mayoría de las porcelanas dentales¹⁰⁹.

La mayoría de fluorescentes poseen una curva espectral irregular¹⁰⁸, por ello la necesidad de controlar la temperatura de color de nuestras luminarias está más que justificada, ya que el uso de un tipo de luz inadecuada daría lugar a estos fenómenos de metamerismo por los cuales al determinar un color no estaríamos eligiendo el color adecuado, sino otro que bajo esa determinada luz parecería ser el real, pero bajo otra luz veríamos diferente. Por ejemplo, un objeto puede tener mayor capacidad para reflejar el rojo que otro, sin embargo, si no existe el rojo en la fuente de luz que lo ilumina, parecerá el mismo objeto que el otro, sin embargo, cuando se vean bajo una fuente de luz que contenga el rojo, parecerán diferentes. El color que percibimos, depende, por tanto, de la naturaleza de la luz que ilumina el objeto. Para que todos los colores del espectro visible tengan la misma influencia sobre el objeto observado, en este caso, los dientes, y podamos determinar el color real, necesitamos que la distribución de las distintas longitudes de onda sea uniforme para que así conforme la luz blanca y no tengamos tendencia a elegir un color u otro por influencia de las características de la luz.

JUSTIFICACIÓN

2. JUSTIFICACIÓN

La prótesis dental abarca en nuestros días un amplio campo de actuación. Hace años, al hablar de prótesis dental se pensaba en un objetivo básicamente funcional, dejando a veces en un segundo plano el aspecto estético de nuestras restauraciones, es decir, la funcionalidad de las mismas primaba sobre la estética. Actualmente, funcionalidad y estética se encuentran a la par cuando nos planteamos el objetivo de conseguir la máxima calidad en nuestras restauraciones. El como conseguir restauraciones funcionales y duraderas es un hecho que hoy en día no nos supone un grave problema, ya que las prótesis dentales presentan una elevada supervivencia, tanto en lo referente a prótesis fija como a diferentes sistemas de prótesis implantosoportada o implantoretenida^{110,111,112,113}.

Ahora, uno de nuestros retos es conseguir restauraciones que consigan “engañar” al ojo humano, de manera que pasen totalmente desapercibidas para un profesional de la odontología. Para ello, necesitamos comprender como se produce el fenómeno de la visión y qué debemos tener en cuenta cuando tratamos de imitar los dientes naturales.

El éxito estético de las restauraciones dentales depende de diversos factores como son el realizar una morfología correcta imitando la anatomía natural del diente, la elección de materiales que imiten correctamente el efecto que produce la luz al incidir sobre los tejidos dentales, y que sean capaces de imitar los fenómenos de opalescencia y fluorescencia que tienen lugar en los mismos^{114,115,116} como consecuencia de la incidencia de la luz sobre los cristales de hidroxiapatita por los que están formados los prismas del esmalte. La imitación de estos fenómenos se puede conseguir en caso de utilizar para la restauración materiales cerámicos, mediante el uso de porcelanas opalescentes, teniendo en cuenta que un uso excesivo puede producir el efecto de un color demasiado azul-grisáceo¹¹⁴. Si la imitación se quiere realizar utilizando resinas compuestas, según Navajas y cols, debemos usar composites de colores azules o ámbar¹¹⁷.

Pero antes de llegar al punto de la imitación del diente, lo primero que tenemos que hacer es determinar el color de dicho diente. Para ello, hasta hace poco se propugnaba el uso de luz natural¹¹⁸, por ser considerada la ideal al ser generada directamente por el sol, considerando el momento ideal del día 3 horas después del amanecer y 3 horas antes del anochecer, momentos en los que el autor considera que se manifiestan todas las longitudes de onda del espectro visible. Incluso algunas casas comerciales recomiendan aún realizar la toma de color utilizando la luz solar que entre por una ventana orientada al norte. En el estudio realizado por Prieto y cols¹¹⁹, el 64% de los odontólogos encuestados opinó que la luz del día era la más adecuada para la toma de color. Es un hecho irrefutable que la luz del día sufre variaciones en la composición de sus longitudes de onda a lo largo del día, ya que el ángulo de incidencia del sol va variando a causa de los movimientos de rotación y traslación que sufre el planeta Tierra tanto a lo largo del día como durante las distintas estaciones del año, de manera

que esta inconstancia en las longitudes de onda puede llevarnos a cometer errores a la hora de determinar el color de nuestras restauraciones¹²⁰. Ya que el trabajo de restauración protésica es un trabajo que se realiza de manera conjunta entre clínico y técnico de laboratorio, consideramos, al igual que Gonzalves y cols¹²¹ que en los laboratorios dentales también debe existir una iluminación adecuada para comprobar el color final de las restauraciones. De manera que para que conseguir una iluminación ambiental estandarizada que pueda permitirnos la elección correcta de un color, independientemente de la localización de nuestra clínica o laboratorio y de la hora del día o estación del año, deberíamos recurrir a dispositivos fluorescentes con temperaturas de color apropiadas, es decir, entre los 5500°K - 6500°K así como con la intensidad luminosa requerida para la iluminación ambiental de una clínica dental, que debe estar por encima de los 500 luxes, tal y como pone de manifiesto los requisitos de iluminación ambiental publicados en el BOE, en la normativa de Alumbrado para Interiores (UNE-EN 12464-1: 2012)^{77,78}, establecidos con la finalidad de cumplir con las recomendaciones de calidad y control visual y de crear ambientes adecuados para el desarrollo de las diferentes actividades. De esta manera, sobre el diente incidirían todas las longitudes de onda del espectro visible, haciendo que se refleje el color verdadero. Según ésta misma norma la iluminación indicada para la toma de color debe ser 5000 luxes con una temperatura de color mayor o igual a 6000°K.

A pesar de la existencia de dispositivos electrónicos específicos para la toma de color en odontología, las guías dentales aún son el instrumento más difundido para la toma del color dental^{122,123,124,125,126,127,128,129,130}. La elección de la guía apropiada tiene una importancia clave a la hora de tener éxito en la elección del color dental. En la actualidad, la única guía que presenta una distribución lógica en el espacio del color es la guía Vita 3D Master, la cual ha sido seleccionada para la realización de esta tesis doctoral.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

En el presente estudio la hipótesis nula (H_0) que se formula es que:

No existen diferencias estadísticamente significativas con respecto a la elección del color dental al usar diferentes tipos de luz ambiental (luz natural y fluorescente convencional, luz fluorescente convencional, fluorescente de luz día y fluorescente de laboratorio).

3.2 OBJETIVOS

1. Determinar si el éxito en el acierto en la elección del color dental mediante guías dentales está relacionado con el tipo de iluminación ambiental del gabinete dental y si el uso de fluorescentes de luz día como luz ambiental de los gabinetes incrementa el éxito en la elección del color dental mediante guías dentales.
2. Determinar qué dimensión del color se acierta con mayor frecuencia según el tipo de iluminación ambiental.
3. Determinar qué dimensión del color se ve significativamente más afectado por el tipo de iluminación.
4. Valorar si el género (masculino o femenino) del operador es un factor del cual depende el obtener mejores resultados en la elección del color dental.
5. Determinar que colores se aciertan con mayor frecuencia.

MATERIAL Y MÉTODO

4. MATERIAL Y MÉTODO

Para lograr determinar la influencia del tipo de luz sobre la elección del color dental, se evaluaron los diferentes tipos de luz presentes en las clínicas de la Facultad de Odontología de la UCM y en la zona de laboratorio, ya que el odontólogo trabaja en estrecha relación con el protésico. Para obtener los resultados deseados en cuanto a la concordancia entre el color que el odontólogo determina en la clínica dental y el color final de la restauración elaborada por el protésico, ambos deben trabajar bajo condiciones de luz bajo las cuales la determinación del color sea la correcta y no se produzcan errores en el color final de la restauración debidos a este hecho.

Se registró la toma de color usando cuatro tipos de luces diferentes para clasificar los grupos:

- Luz fluorescente convencional (TLD SUPER 80 36W/840 1SL Philips) junto que la luz natural proveniente del sol que incidía por la ventana.
- Luz fluorescente convencional (TLD SUPER 80 36W/840 1SL Philips).
- Fluorescente luz día (Philips Master TLD 90 Delux 58W/965 ISL.).
- Fluorescente de laboratorio (Philips Master PL-L 36W/840/4P 1CT).

El uso de la lámpara halógena presente en la luz del equipo se descartó ya que como señalaremos posteriormente, a pesar de que produce una adecuada luminosidad, la temperatura del color de las luces halógenas por los motivos que pasamos a explicar posteriormente, hace que el uso de ésta esté contraindicado para la toma del color.

4.1. FUENTES DE LUZ

4.1.1. Bombilla incandescente

La bombilla incandescente fue inventada por Heinrich Goebel en el año 1854. En el año 1878, Thomas Alva Edison fue capaz de construir un modelo lo suficientemente duradero. En los inicios de la bombilla incandescente, ésta estaba compuesta por un filamento de carbono, situado en el interior de una bombilla de vidrio. Cualquier cuerpo que alcance altas temperaturas en contacto con la atmósfera se quema inmediatamente por la acción del oxígeno del aire, por tanto, desde el primer momento se optó por conservar los filamentos en el interior de un recipiente de vidrio al que se le había extraído el aire para preservar lo más posible al filamento de la acción oxidante del aire. Estos primeros modelos presentaban el problema de la rápida destrucción de los filamentos. Por eso, estos primeros modelos de bombilla incandescente estaban compuestos por varillas de carbón relativamente gruesas, y fue el carbón el material elegido por su elevado punto de fusión (3530°C). El grave problema que presentaba el carbón era su elevada tendencia a la evaporación, lo cual provocaba su adelgazamiento y posterior rotura. El problema era que dicho adelgazamiento comenzaba mucho antes de llegar a su punto de fusión, por tanto, había que mantener la temperatura muy por debajo de dicho límite, así, el rendimiento de dichas lámpara era muy bajo y, además, la luz emitida era excesivamente rojiza. William Coolidge introdujo el uso del filamento de tungsteno que en la actualidad sigue en uso. El tungsteno aumenta de temperatura cuando pasa a través de él la corriente eléctrica, produciéndose el llamado “Efecto Joule”, es decir, se disipa energía en forma de calor. Así, el filamento de tungsteno se calienta a una temperatura de alrededor de 2700° K. Durante este proceso, el tungsteno se va evaporando, y el filamento se va haciendo cada vez mas fino, hasta que tras aproximadamente una 1000 horas de uso^{132,133,134}, el filamento se rompe. De la energía térmica que se produce, únicamente es convertida a luz un 5 y un 10%. En 1913 se colocó el filamento en espiral, constituyendo un cilindro corto y grueso que permitía la introducción de un gas inerte que no provocara una oxidación tan rápida del filamento, y que disminuyera la velocidad de adelgazamiento y rotura del tungsteno. Así llegaron las lámparas que podían trabajar a mayores temperaturas sin que se produjera un desgaste adicional del filamento, obteniendo, por tanto, un rendimiento superior y logrando una luz mucho más blanca. Los gases utilizados fueron argón y nitrógeno en forma de mezcla. Con la adición de gas con compuestos halógenos como el yodo, se evita la condensación del vapor de tungsteno sobre la cara interna de la bombilla, evitando así el ennegrecimiento interior de ésta y aumentando la vida útil de la misma.

Normalmente, para éste tipo de lámparas llamadas **HALÓGENAS**, se utilizan ampollas de muy pequeño tamaño, debido a que su superficie ha de encontrarse a una temperatura muy elevada para que se produzca el ciclo del yoduro de tungsteno; por ello, ésta se fabrica a base de vidrio de cuarzo de elevado punto de fusión. Este tipo de lámparas mejoran las propiedades de todas las descritas anteriormente y pueden

llegar a alcanzar temperaturas de fusión del tungsteno de 3200°C. Para ello necesitan sistemas de refrigeración como ventiladores^{73,133,134}. De esta manera, una bombilla de filamento de tungsteno convencional producirá luz con una temperatura de color de 2600°K, y tendrá una vida útil de unas 1000 horas, mientras una bombilla halógena emite luz con una temperatura de color de 2900-3000°K y tiene una vida útil de entre 2000 y 5000 horas^{133,134}.

Como consecuencia de la baja temperatura de color en la que emiten luz las lámparas halógenas, que hace que percibamos los colores en tonos más anaranjados, no las incluimos como parte de los sistemas de iluminación presentes en nuestro estudio, ya que introduciríamos errores en la toma de color desde un primer momento.

4.1.2 Lámparas fluorescentes

El fenómeno de fluorescencia se conocía aún antes de existir las bombillas incandescentes. En 1675 Jean Picard y posteriormente Johann Bernoulli, alrededor del año 1700, observaron que al agitar el mercurio se producía luz. En 1850 Heinrich Geissler, creó el “tubo Geissler”, capaz de emitir luz cuando se hacía pasar una descarga eléctrica a través de dicho tubo relleno con un gas noble. En 1904, empleando un tubo Geissler relleno con gas nitrógeno, logró obtener luz amarilla y si el mismo tubo lo llenaba con bióxido de carbono, obtenía entonces una luz rosácea, con un espectro muy similar al de la luz solar^{51,73,131}. Ese mismo año se instalaron las primeras “lámparas Moore” en unos almacenes situados en la ciudad de Newark, New Jersey, pero las lámparas de Moore no tuvieron aceptación en aquel momento debido a que eran difíciles de instalar, reparar y de mantener. Las conocidas lámparas de tubos blancos rectos y encendido por precalentamiento, se mostraron por primera vez al público en la Feria Mundial de New York, en el año 1939.

Las lámparas fluorescentes se componen de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio en gas argón⁷³. El vidrio tiene la peculiaridad de absorber las radiaciones ultravioletas, impidiendo así que salgan del tubo. En el interior del tubo se aloja vapor de mercurio a baja presión. Al circular la corriente eléctrica por dos electrodos situados a ambos lados del tubo, se produce una descarga eléctrica entre ellos que, al pasar a través del vapor de mercurio, produce radiación ultravioleta. Esta radiación excita una sustancia fluorescente con la que se recubre la parte interior del tubo, transformando la radiación ultravioleta en radiación visible, que en función de la sustancia fluorescente utilizada puede tener distintas longitudes de onda. Tienen un mayor rendimiento que las lámparas incandescentes, pero son más caras y requieren un equipo complementario. Este equipo complementario se encarga de limitar la corriente y desencadenar el proceso de generación del arco eléctrico entre los dos electrodos que da lugar a la radiación visible. Además, y debido a que en un primer momento los electrodos están fríos, se recurre a un dispositivo para iniciar la descarga denominado arrancador o cebador. Las lámparas fluorescentes presentan el denominado “efecto estroboscópico”, que se refiere al parpadeo que se produce al

usar este tipo de lámparas y que es especialmente molesto cuando se utilizan en piezas móviles. Se produce por el componente ondulatorio que presenta la corriente alterna. Este efecto no es visible en las lámparas incandescentes debido a la inercia térmica de los filamentos, pero en los fluorescentes no existe esa inercia térmica^{51,73,131}.

Las lámparas fluorescentes emiten una luz mayoritariamente difusa y con poca brillantez.

Se encienden inmediatamente y tardan algunos milisegundos en alcanzar su plena intensidad luminosa. Tras haber interrumpido la corriente eléctrica, es posible volver a encenderlas inmediatamente.

Los fabricantes de tubos fluorescentes suelen contar con distintas alternativas de tonos de luz de acuerdo a la zona que se desee iluminar. Los tonos más utilizados por los fabricantes de luz fluorescente son^{51,73}:

Blanco Frío (cool white): Para iluminar zonas de trabajos manuales.

Dentro de las luces color blanco frío, existen lámparas fluorescentes con mayor cantidad de rojo que se utilizan para enfatizar los tonos de la piel y favorecer la apariencia de las personas. También se utilizan para mejorar la presentación de vegetales verdes, carnes, etc⁷⁰.

Blanco cálido: Para ambientes con iluminación general más agradable.

Blanco: Para aplicaciones generales de iluminación en oficinas, escuelas, almacenes y casas donde la atmósfera de trabajo no es crítica. Enfatizan los colores amarillos, verdes y naranjas; sin embargo son usadas muy raramente.

Luz día: Para iluminar actividades que requieran gran precisión en el manejo de los colores. El tipo de blanco a utilizar depende de los efectos deseados. Las versiones "de lujo" emplean una segunda capa de fósforo, lo que permite colores más naturales, pero a costa de una menor eficiencia.

Lámparas fluorescentes de colores especiales (verdes, rojos, etc): Se emplean para espectáculos, avisos, etc.

Las lámparas fluorescentes tienen una durabilidad de unas 8000 horas y utilizan la quinta parte de energía para producir la misma luz que una lámpara incandescente. Aún así, desde el principio de su vida útil sufren un proceso de degradación irreversible como consecuencia de las reacciones de conversión química y de factores extrínsecos como la humedad ambiental, la tensión de alimentación, el número de encendidos y las características del equipo de encendido^{133,135}. Así, desde que comenzamos a usar una lámpara fluorescente, comienza una disminución paulatina de su emisión luminosa y al cabo de un cierto tiempo, un agotamiento de los electrodos que termina con la "muerte" de la lámpara. Con el tiempo, además, se produce una acumulación de suciedad en difusores, rejillas y en los propios tubos fluorescentes que interferirán en la calidad de la luz. Por estos motivos, cuando usemos lámparas fluorescentes de luz día para la iluminación de nuestros gabinetes dentales, debemos realizar un control por medio de un luxómetro de la cantidad de luz (luxes) emitida por nuestras

lámparas. De cualquier manera, no debe causarnos un especial problema, ya que la vida útil de éste tipo de fuentes de iluminación es muy elevada, y por tanto, la degradación se produce muy lentamente, aún así recomendamos el uso de luxómetros para el control de los niveles de luminosidad. Por otro lado, en lo referente al espectro de ondas electromagnéticas, en el cual emite luz cada tipo de fluorescente, al ser éste dependiente de la sustancia fluorescente que recubre el interior del tubo, la longitud de onda a la que emite un tubo será constante durante toda su vida útil.

En las lámparas fluorescentes, cuando se habla de Wattios, se refiere a la potencia eléctrica del flujo luminoso emitido por el fluorescente, es decir, a la cantidad total que irradia por segundo una fuente de luz para iluminar una estancia. Las lámparas fluorescentes utilizadas para la realización de ésta tesis, TLD36W/840 Philips y Philips Master PL-L 36W/840/4P presentan en ambos casos 36W. En el primer caso, este valor en wattios se traduce en un flujo luminoso de 3200 lumen¹³⁵ y en el segundo caso en un flujo luminoso de 2900 lumen. En el caso del fluorescente Philips Master TLD 90 Delux 58W/965 ISL, presenta 58W, y un flujo luminoso de 4550 lumen. En los casos de las lámparas TLD 36W/840 Philips y Philips Master PL-L 36W/840/4P, cuando se refiere a 840, el primer dígito, el 8, hace referencia al índice de reproducción cromática (Ra), indicando que éste es superior a 80; esto quiere decir que estos fluorescentes producirán una buena reproducción cromática. Concretamente, en el caso del fluorescente TLD 36W/840, el Ra es de 85¹³⁵ mientras que en el caso del fluorescente Philips Master PL-L 36W/840/4P¹³⁶, el Ra es concretamente de 82. Hemos de tener en cuenta que en la Norma Europea EN 12464-1 de noviembre de 2012⁷⁸ se especifica que el Ra para cualquier actividad realizada en una clínica dental no debe ser inferior a 90, es decir, debe presentar una reproducción cromática excelente. De esta manera, los colores de los objetos iluminados con un Ra de 80 serían muy próximos a los que veríamos bajo la luz natural que tuviera la misma temperatura de color que esta lámpara.

Los dos siguientes dígitos, es decir, el 40, hace referencia a la temperatura del color de la lámpara, que para ambos casos será de 4000°K^{135,136,137}.

La lámpara fluorescente TLD 36W/840 es una lámpara de descarga de mercurio a baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro. Corresponde a clase energética A y contiene 2mg de mercurio en su interior.

La lámpara fluorescente usada en el laboratorio es una lámpara fluorescente compacta de ahorro de energía. Es una lámpara de descarga de mercurio a alta presión de arco largo compacto formada por dos tubos paralelos. Presenta en su designación las siglas "4P", que hace referencia a que el casquillo presenta cuatro patillas¹³⁶. Corresponde a clase energética A y contiene 3 mg de mercurio en su interior.

El fluorescente de luz día Philips Master TLD 90 Delux 58W/965 al igual que la lámpara fluorescente TLD 36W/840, también es una lámpara de descarga de mercurio a baja presión con envoltura tubular de 26 mm de diámetro. Corresponde a clase energética B y contiene 5 mg de mercurio en su interior. En este caso, presenta una potencia de 58W. La designación de 90 hace referencia a que presenta un Ra (Índice de Reproducción Cromática) superior a 90, concretamente de 93, es decir, una excelente

capacidad de reproducción cromática. Presenta una temperatura de color de 6500°K, produciendo este fluorescente una luz día fría¹³⁸.

4.2. PARTICIPANTES Y APARATOLOGÍA DE MEDIDA DE LA LUZ

El número total de alumnos participantes en el estudio fue de 323. Cada alumno realizaba la toma de color en su lugar de trabajo y el tipo de iluminación presente en cada uno de los puestos era anotada en la ficha que cada alumno rellenaba. La toma de color se realizó en todas las ocasiones a una distancia de 1 metro del suelo y a cada alumno le era explicado que no debía de hacer sombras ni tapar la luz con su propio cuerpo. A esa misma distancia era medida la intensidad de la luz con el luxómetro Delta OHM HD 8366 (Nº99021337) que capta la intensidad de la luz mediante un sensor de silicona y tiene un rango de captación de 0,1 luxes a 199,9 Kilo luxes, así como la temperatura del color que fue determinada con el aparato C-500 Prodigy Color de la marca Sekonic, medida en grados kelvin. Los valores de intensidad de la luz se encuentran en constante fluctuación aunque con pequeños rangos, por ello, se tomaron tres valores cada vez y se realizó la media de los tres que fue el valor anotado.

Todos los datos eran anotados junto con los datos obtenidos en la toma de color de cada alumno. Con respecto a la luz fluorescente día, la toma de color se realizó siempre en el mismo puesto de trabajo debido a que esta zona era la única iluminada con este tipo de fluorescente en la facultad.



Ilustración 23. Luxómetro
(Delta OHM HD 8366 Nº 99021337)



Ilustración 24. Aparato para la toma de la temperatura del color.(C 500 Prodigy Color. Sekonic)



Ilustración 25 Medida de la distancia desde donde se debía realizar la medición de la luz y la toma del color.



Ilustración 26 Posicionamiento del sensor del luxómetro para comprobar la intensidad de la luz en el lugar de la toma del color



Ilustración 27. Posicionamiento de la luz halógena del equipo para realizar la toma de color.



Ilustración 28. La toma de color Se realizaba a 1metro del suelo y a 1metro de la luz halógena del equipo en los casos en los que se utilizó dicha luz.



Ilustración 29.Medición de la luz halógena con el luxómetro



Ilustración 30 Medición del punto donde tomar el color con luz natural y luz fluorescente convencional

4.3. TEST DE ISHIHARA

En primer lugar se realizó el test de Ishihara¹³⁸ para detectar las anomalías en la percepción del color de los participantes. Existen diversos test para poder detectar esta anomalía en la percepción del color, como son el test de AO-HRR, el test de Farnsworth D-15 Panel el test de Farnsworth-Munsell 100 Hue, entre otros¹³⁹. Tras realizar una revisión bibliográfica decidimos elegir el test de Ishihara, por ser de fácil utilización y por tener tanta sensibilidad como el resto de test propuestos. Consiste en una serie de puntos de varios colores y tamaños agrupados entre sí. Dichos puntos están ingeniosamente dispuestos en patrones de varios tintes. La distinción entre ellos es leída rápidamente por un tricrómata normal, pero las personas con alteraciones en la visión del color no son capaces de discernir la figura o número que se encuentra entre los puntos.

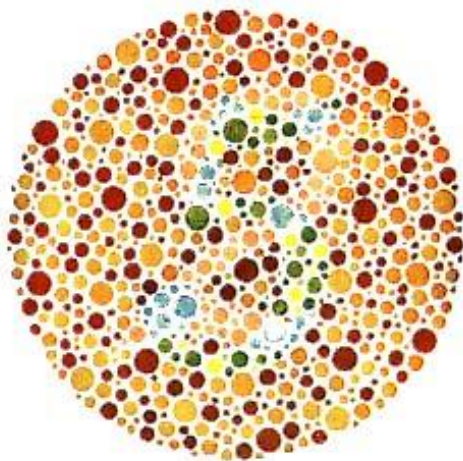


Ilustración 31. En esta lámina, un individuo normal verá el número 5, mientras que un daltónico (ceguera para el rojo o el verde) verá un 2.

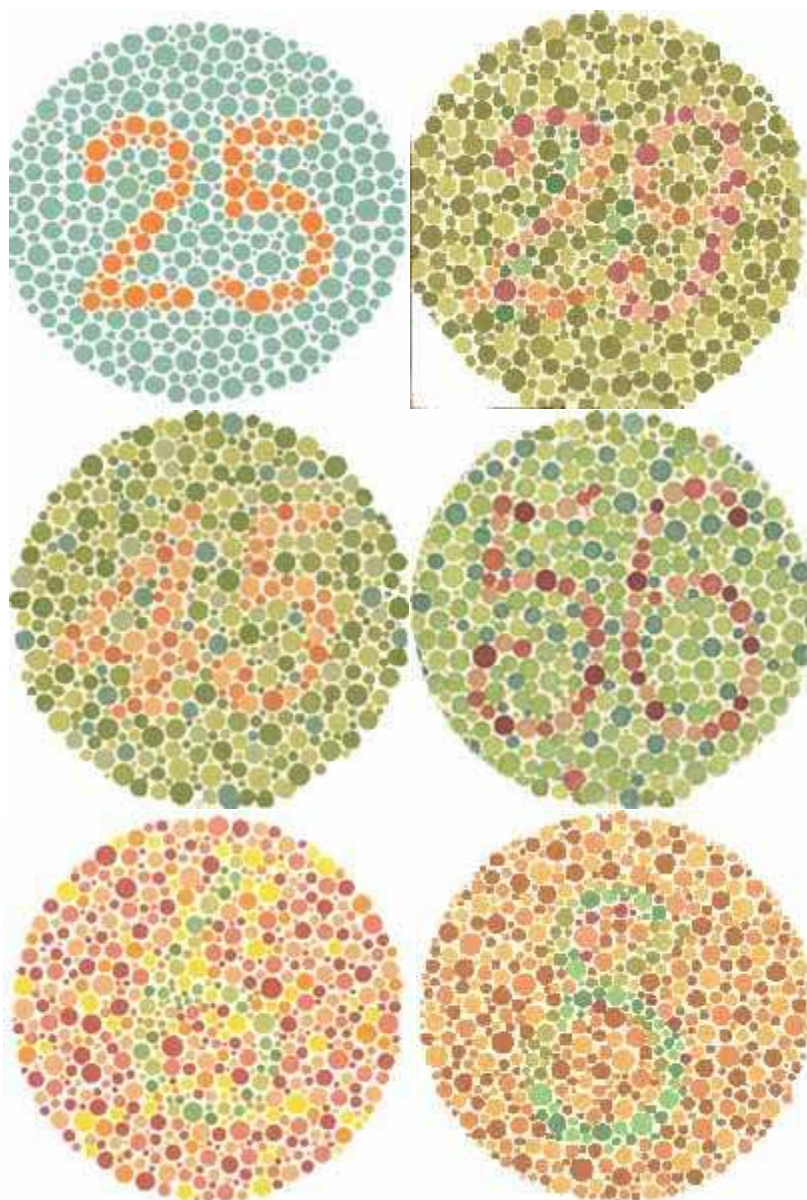


Ilustración 32. Test de Ishihara. Un individuo con visión normal de los colores verá de izquierda a derecha y de arriba abajo los siguientes números: 25, 29, 45, 56, 6, 8. Un individuo con alteración en la percepción del color no será capaz de diferenciarlos.

4.4. GUÍA DE COLOR UTILIZADA

La guía utilizada para la realización de este trabajo ha sido la guía *Vita 3-D Master*, ya que, aunque existen numerosas guías en el mercado es la única que presenta un sistema basado en unos principios innovadores que parten del modelo teórico del espacio cromático, o lo que es lo mismo, las tres dimensiones del color: tinte, valor e intensidad.

La mayoría de guías comercializadas sólo colocan ordenadamente el tinte, pero no el valor ni la intensidad, mezclándolos entre sí de manera arbitraria¹⁴⁰.

Los colores dentales se sitúan en un espacio cromático en la gama “amarillo-roja”. El espacio cromático de los dientes se trasladó de manera uniforme y respetando iguales distancias en cuanto al valor, tinte e intensidad del color a las muestras de color del diente. Se llevó a cabo también la colocación de los colores de los dientes según su frecuencia. Las muestras de color resultantes son 26, las cuales proporcionan un nuevo instrumento para la determinación del color.

Consideramos que la guía Vita 3-D Master cumple los requisitos que debe cumplir una guía de color, tiene una disposición lógica y una adecuada distribución del espacio de color.

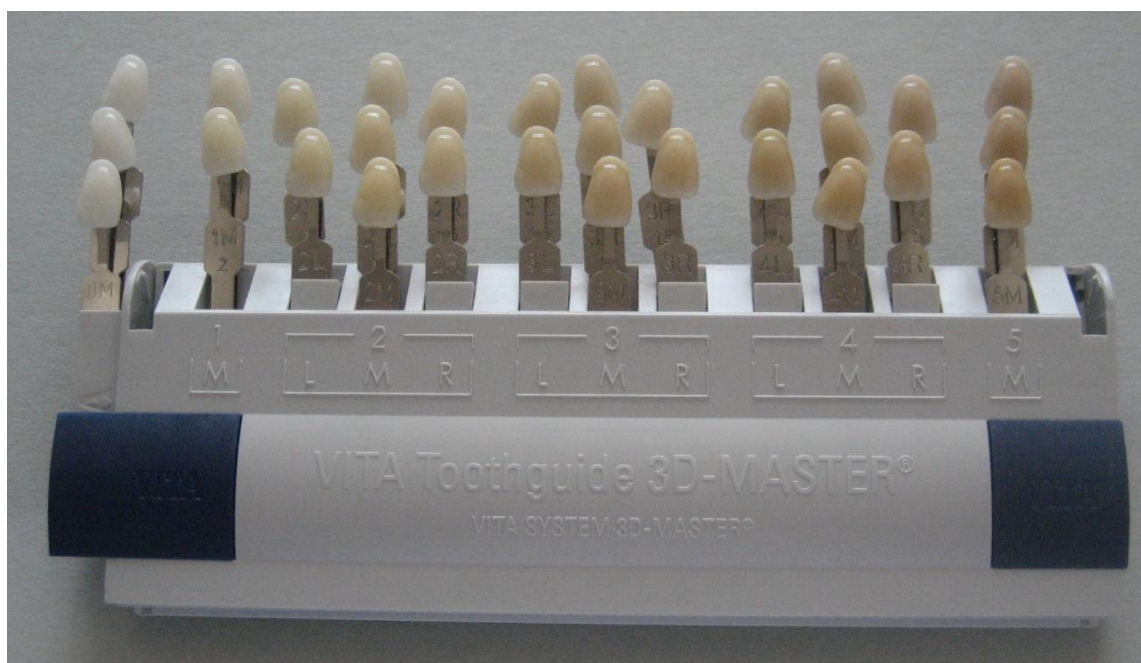


Ilustración 33. Guía Vita 3D Máster utilizada para realizar la toma de color en este estudio.

4.5. ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO

Para poder estudiar los objetivos propuestos se tomaron dos guías de color. Ambas fueron sometidas a su comparación mediante el análisis espectrofotométrico utilizando el espectrofotómetro Easyshade (Vita-Zahnfabrik, Alemania) en el modo de comprobación de las guías, con el fin de comprobar el color de cada una de las muestras que se iban a utilizar posteriormente para la realización de este estudio correspondía al color indicado en la tablilla. Una de las guías se desmontó y se codificó, creando nuestra propia nomenclatura: se denominó a cada diente de la guía con una letra del abecedario.

La otra guía se usó como muestra para poder realizar las comparaciones.



Ilustración 34 Dientes de la guía Vita 3-D Master que se mantuvieron intactos para poder realizar las comparaciones

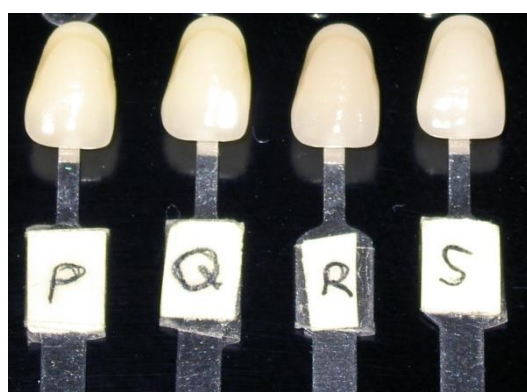


Ilustración 35. Dientes de la guía Vita 3-D Master que fue desmontada y codificada.



Ilustración 34. Espectrofotómetro en modo "Comprobación Guía".

(Easyshade Vita-Zahnfabrik, Alemania)

4.6. MÉTODO

A cada alumno se le asignaron 5 dientes de la guía codificada elegidos al azar, y debían elegir el diente de la guía intacta que pensarán que se correspondía con cada uno. A cada alumno le fue explicada la manera de uso de la guía Vita 3-D Master, que a continuación exponemos:

En primer lugar, se debe elegir el valor (del 1 al 5), dentro del cual está el diente que intentamos identificar, así definiremos el valor, por tanto, no tendremos que definir un diente muestra de color (1 de 26), sino un grado de valor (1 de 5).

Tras encontrar el valor, debemos coger el grupo M (que define el tinte) del grupo de valor seleccionado, abrirlo en abanico y elegir la intensidad.

Por último determinaremos el tinte del diente. En caso de que el grupo M no se corresponda con el color natural del diente, lo buscaremos en la columna de la izquierda o de la derecha de este grupo de valores. La variación del color de los niveles de valor vecino es constante. El nivel de valor intermedio 3 consta, como el segundo y el cuarto de siete colores dentales. Los tres del medio (M), pertenecen al mismo tinte. De arriba abajo lo que aumenta únicamente es la intensidad (1, 2 y 3). A la izquierda (L) y a la derecha (R), del central se encuentran dos columnas, una con un tinte más amarillento (L) y otra con un tinte más rojizo (R), que el tinte correspondiente de la columna central. Dentro de cada tinte, más amarillento o rojizo se incrementa la intensidad del color de arriba abajo (1,5 y 2,5). Las variaciones dentro de un tinte son constantes y se escogieron de tal manera que el ojo humano pudiera distinguir claramente los colores individuales. Esto es también válido para la variación del tinte dentro de un mismo nivel de valor.

El trabajo con la guía Vita 3D-Master es más seguro y más sencillo debido a su estructuración sistemática y a que el procedimiento que se sigue para la determinación del color se basa en los hábitos visuales naturales.

Las ventajas de este procedimiento sistematizado radican en las posibilidades de verificación unívocas gracias a que:

- La elección del color se realiza paso a paso respetando los principios de orden colorimétricos, siendo más fácil elegir el color determinando paso a paso el valor, la intensidad y el tinte, que elegir un color entre 16 colores.
- La guía cubre todo el espectro cromático de la dentición natural, colocando los colores dependiendo de sus frecuencias entre los dientes naturales.
- Existe la posibilidad de mezclar el valor, el tinte y la intensidad de color independientemente unos de otros.

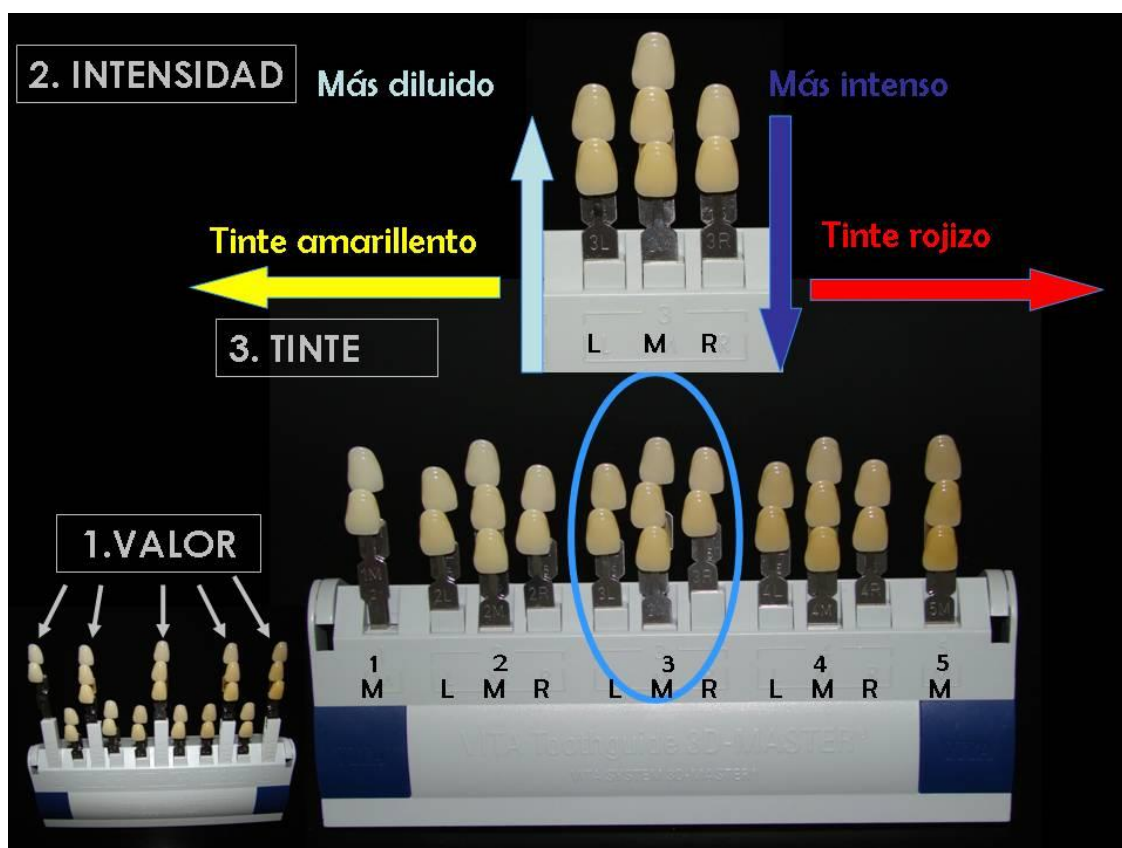


Ilustración 35. Esquema explicativo del manejo de la guía Vita 3D Master.

Tanto en daltonismo como en sexo se pedía a los participantes que tacharan la opción incorrecta, quedando visible la correcta.

Se establecieron 4 grupos dependiendo de la luz empleada. El alumno determinaba el color bajo el tipo de luz correspondiente a su grupo, y este tipo de luz era el mismo para las 5 muestras que utilizaba.

El acierto de cada una de las dimensiones del color (valor, tinte e intensidad) proporcionaba 1 punto al participante, siendo el mínimo de la puntuación individual para cada muestra de 0 puntos (ausencia de aciertos) y el máximo de la puntuación individual para cada muestra de 3 puntos. Para contabilizar los aciertos de cada una de las dimensiones del color, al acierto de cada una de ellas le era asignado 1 punto, siendo la puntuación máxima por participante de cada una de las dimensiones del color de 5 puntos. De esta manera, el mínimo de la puntuación total para cada participante serán 0 puntos y el máximo serán 15 puntos.

Los datos de la muestra recogida de cada uno de los participantes en el estudio fueron anotados en una ficha como la que se expone a continuación:

ESTUDIO SOBRE LA INFLUENCIA DE LA LUZ AMBIENTAL EN LA TOMA DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE Nº:

SEXO:

DALTONISMO:

TIPO DE LUZ:

LUXES:

TEMPERATURA DE COLOR:

<i>Nº de muestra</i>	<i>Letra</i>	<i>Color que escoge</i>	<i>Acierto Valor</i>	<i>Acierto Tinte</i>	<i>Acierto Intensidad</i>	<i>Puntuación individual</i>	<i>Puntuación total</i>
1							
2							
3							
4							
5							

Ilustración 36. Ficha que se rellenaba para cada uno de los alumnos participantes en el estudio para realizar la recogida de datos

RESULTADOS

5. RESULTADOS

En el presente estudio han participado estudiantes de 4º y 5º curso de la facultad de odontología de la Universidad Complutense de Madrid, dando una muestra total de $n=323$. Dichos datos se han tratado de la forma que desarrollamos a continuación.

5.1 DISTRIBUCIÓN DE SEXOS SEGÚN EL TIPO DE LUZ

Se realiza el análisis estadístico descriptivo univariante realizando el procedimiento de frecuencias para determinar la homogeneidad de la distribución según el tipo de luz utilizada y el sexo de los participantes.

Del total de los participantes en el estudio, el 72,14% son mujeres (233 de los participantes) y el 27,86% son hombres (90 de los participantes).

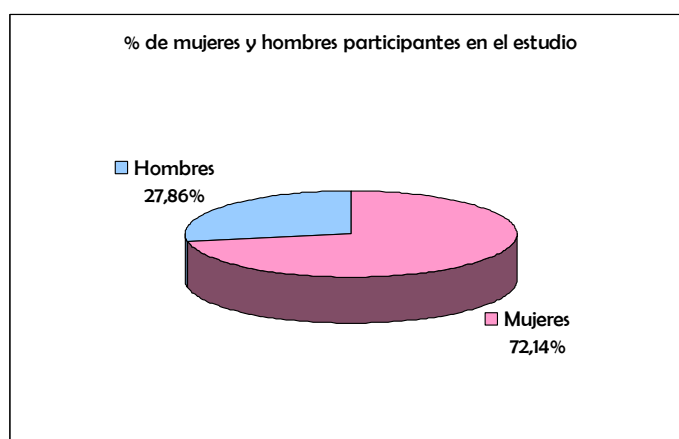


Gráfico 1. Mujeres y hombres participantes en el estudio.

Dentro del GRUPO 1: LUZ NATURAL Y LUZ FLUORESCENTE CONVENCIONAL, el **30,96%** del total de los participantes se encontraban en este grupo, es decir, 100 de los 323 participantes, de los cuales el 67% eran mujeres y el 33% hombres.

Para el GRUPO 2: LUZ FLUORESCENTE CONVENCIONAL, el **34,98%** de los participantes en el estudio pertenecían a este grupo (113 del total de participantes). El 77,88% eran mujeres y el 22,12 % hombres, es decir este grupo estaba integrado por 88 mujeres y 25 hombres.

En el GRUPO 3: LUZ FLUORESCENTE DIA, el **15,48%** del total de los participantes pertenecían a este grupo (50 de los 323 participantes), de los cuales el 66% eran mujeres y el 34% hombres, es decir, 23 mujeres y 17 hombres.

En el último grupo, el GRUPO 4: LUZ FLUORESCENTE LABORATORIO, del total de los participantes, el **18,58%** pertenecen a este grupo (60 de los 323 participantes), de los cuales el 75% son mujeres, es decir, 45 y el 25% son hombres, es decir hay 15 hombres en este grupo.

Se utiliza el estadístico Chi cuadrado para estudiar si existe homogeneidad entre los sexos y tipo de luz, obteniendo un “p” valor de 0,2264, es decir, no significativo. De esta manera concluimos que existe homogeneidad de sexos según el tipo de luz; hombres y mujeres se encuentran repartidos de manera homogénea dentro de los distintos tipos de luz.

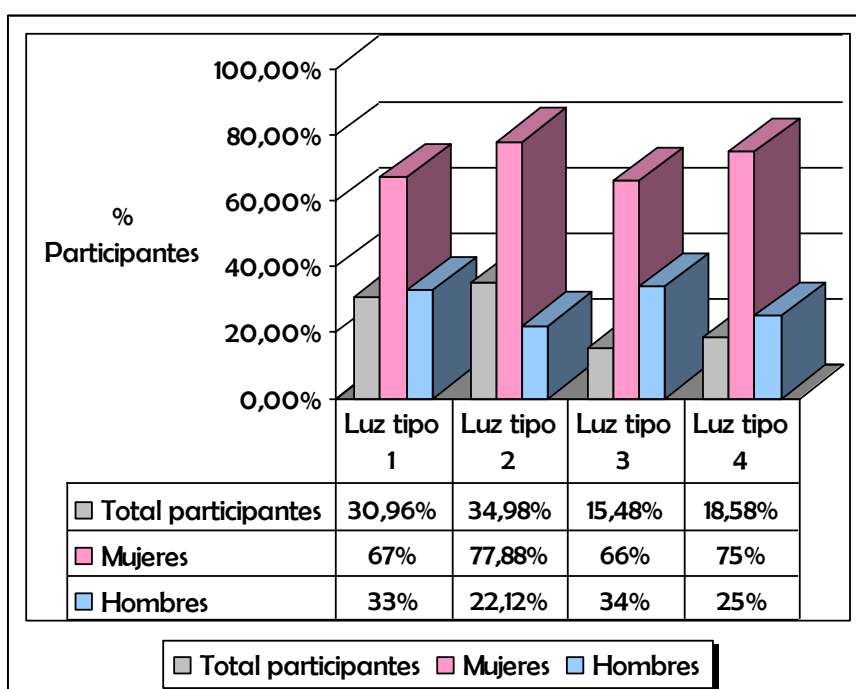


Gráfico 2. Participantes en el estudio distribuidos por género y tipo de luz.

5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO UNIVARIANTE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS PARTICIPANTES CON RESPECTO AL TIPO DE ILUMINACIÓN.

La media de la puntuación total de aciertos por persona fue **10,65** puntos, con una desviación estándar de 2,95, siendo la puntuación máxima de 15. El 25% de los participantes obtuvieron una puntuación total de 9, el 50% de los participantes la obtuvieron de 11 y el 75% de los participantes obtuvieron una puntuación total de 13.

Con respecto al sexo, la media del total de aciertos de las mujeres fue de 10,55 puntos, con una desviación estándar de 3,02 y en varones fue de 10,91 puntos, con una desviación estándar de 2,75.

Tanto el 25% de mujeres como de hombres obtuvieron 9 aciertos, el 50 % de ambos sexos 11 aciertos y el 75%, 13 aciertos.

La media de luminosidad bajo la cual realizaron la toma de color las mujeres fue de 736 luxes y los hombres de 730 luxes, resultando el valor mínimo de luminosidad registrado en el grupo de las mujeres (215 luxes). El valor mínimo de luminosidad para los hombres fue de 355 luxes. Los valores mínimos y máximos registrados con respecto a la temperatura de color (grados Kelvin) bajo la cual determinaron el color fueron iguales en ambos sexos.

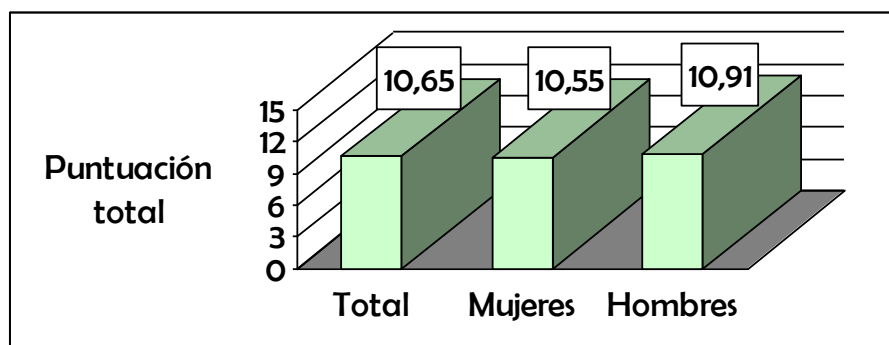


Gráfico 3 Media de la puntuación total en mujeres, hombres y ambos sexos.

5.3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO UNIVARIANTE DE LA PUNTUACIÓN TOTAL DE ACIERTOS DE LOS PARTICIPANTES CON RESPECTO AL TIPO DE LUZ.

En el grupo 1 (luz natural y fluorescente convencional), la media del total de aciertos en la toma de color para los participantes de este grupo fue de 10,55 puntos, con una desviación estándar de 3,03, muy similar a la obtenida en el grupo 2, luz fluorescente convencional (media del total de aciertos bajo este tipo de luz: 10,48 puntos; desviación estándar: 3,03). En el grupo 4 (fluorescente de laboratorio), la media de la puntuación total de los aciertos fue inferior, 9,85 puntos (con una desviación estándar de 3,04). En el grupo 3 (fluorescente luz día) fue superior al resto de los grupos con una puntuación total media de 12,22 y una desviación estándar de 2,11. Tanto en el grupo 1 como en el 2, el 25% de los participantes obtuvo al menos una puntuación de 9 sobre el total de 15 puntos, el 50% de los participantes de estos dos grupos obtuvo al menos una puntuación de 11 y el 75% al menos una puntuación de 13 puntos. La puntuación total mínima para el grupo 1 resultó ser de 2 puntos sobre 15 y en el grupo 2 fue de 0 puntos. En todos los grupos la puntuación total máxima fue de 15 puntos. En el grupo 4, las puntuaciones son menores con respecto a los grupos ya citados; al menos el 25% obtuvo una puntuación máxima de 8 puntos sobre 15, al menos el 50% logró una puntuación máxima de 10 puntos y al menos el 75% consiguió una puntuación máxima de 12 puntos sobre 15. En el grupo 4 la puntuación total mínima fue de 3 puntos. En el grupo 3 (fluorescente luz día), los valores resultaron mayores, obteniendo al menos el 25% una puntuación menor o igual que 11 puntos, al menos el 50% obtuvo una puntuación máxima de 12 puntos y al menos el 75 % obtuvo una puntuación menor o igual que 14 puntos sobre 15 puntos máximos. La puntuación total mínima en este grupo fue de 8 puntos.

Se realizó el test de Kruskal Wallis para contrastar los diferentes tipos de luz y determinar que grupos son los responsables de estas diferencias. Al ser estadísticamente significativo este contraste ($p=0,0003$), aplicamos el test de comparaciones múltiples a posteriori en el que el nivel de significación global se divide por el número de comparaciones (6 en este caso) en cada uno de los contrastes entre dos grupos. El mismo procedimiento se usó en la relación de aciertos para cada una de las dimensiones del color con respecto al tipo de luz.

En relación a la variable total se obtuvo que el grupo 3 (fluorescente luz día) difiere significativamente del resto de grupos ($p=0,00672$), es decir, se obtuvieron valores de puntuación total significativamente mayores en los boxes iluminados con fluorescentes luz día.

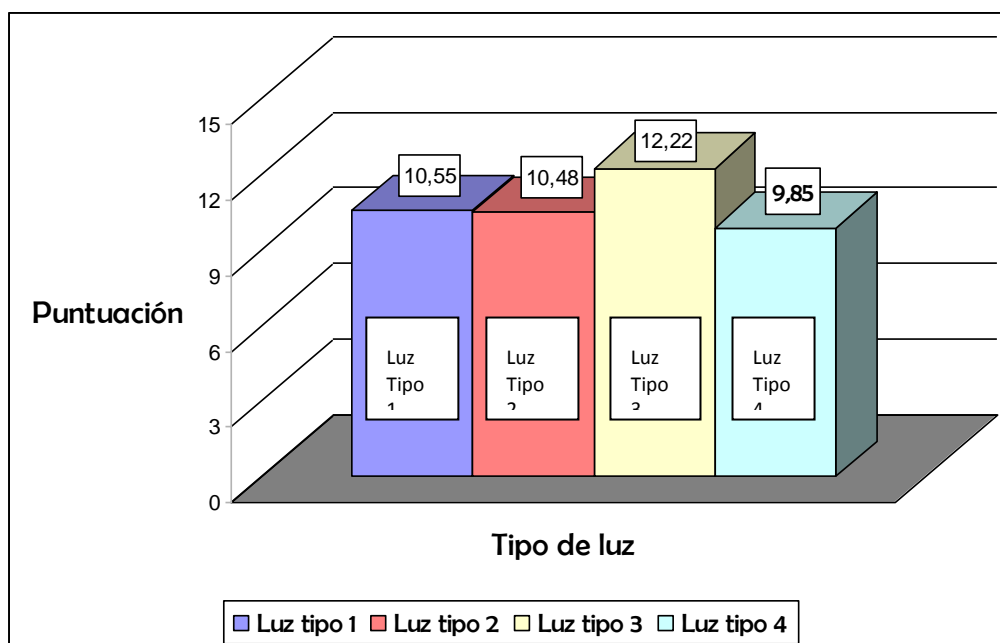


Gráfico 4. Gráfico de la media de la puntuación máxima de aciertos según el tipo de luz en ambos sexos.

La media de iluminación de los boxes que presentaban luz natural fue de 762 luxes y la media de la temperatura de color fue de 3759°K. En el grupo correspondiente a la luz fluorescente convencional, la media de iluminación de los boxes fue de 443,65 luxes y la calidad de la luz media fue de 3551°K. En el grupo iluminado por fluorescentes luz día, la media de iluminación fue de 670 luxes y la temperatura de color media fue de 5085°K. En el grupo iluminado por fluorescentes de laboratorio, la media de iluminación fue de 1275 luxes y la temperatura de color fue de 3475°K.

De esta manera se pone de manifiesto que ***la temperatura del color es más determinante que la intensidad en luxes para obtener una puntuación mayor.***

5.4 RELACIÓN DEL TOTAL DE ACIERTOS CON RESPECTO AL GÉNERO Y AL TIPO DE LUZ.

Al realizar el análisis descriptivo univariante observamos que en el **grupo 1** (luz natural + fluorescente), la media del total de aciertos de las **mujeres** es de **10,17**, con una desviación estándar de 3,36. Al menos el 25% de las mujeres que realizan la toma de color bajo este tipo de luz obtienen una puntuación máxima de 8 puntos, al menos el 50% obtiene una puntuación menor o igual a 10 puntos y al menos el 75% obtiene una puntuación máxima de 13 puntos. La puntuación mínima obtenida en el caso de las mujeres fue de 2 puntos y la máxima fue de 15. En el caso de los **hombres**, la media de aciertos total usando luz natural y fluorescente fue de **11,30**, con una desviación estándar de 2,09. Al menos el 25% de los hombres obtuvieron una puntuación total menor o igual a 10 puntos, al menos el 50% consiguió un máximo de 11 y al menos el 75% obtuvo una puntuación menor o igual a 13 puntos. La puntuación mínima obtenida por los hombres fue de 7 y la máxima de 15 puntos.

En el caso de la luz **tipo 2** (fluorescente convencional), la media del total de aciertos en las **mujeres** fue de **10,53**, con una desviación estándar de 2,91. En los **hombres** integrantes de este grupo, la media del total de aciertos fue de **10,32**, con una desviación estándar de 3,06. Tanto al menos el 25% de las mujeres como de los hombres obtuvo una puntuación máxima de 9 puntos. Al menos el 50% de las mujeres consiguió un máximo de 10 puntos y al menos el 75% logró una puntuación menor o igual a 13 puntos. En el caso de los hombres, al menos el 50% obtuvo una puntuación máxima de 11 puntos y al menos el 75% logró como máximo 12 puntos. La puntuación total mínima registrada para las mujeres resultó ser de 2 puntos y en hombres fue de 0 puntos. La puntuación máxima fue de 15 en ambos casos.

En el caso de la luz **tipo 3** (fluorescente luz día), la media del total de aciertos fue de **12,21** en **mujeres**, con una desviación estándar de 2,11. En **hombres**, la media del total de aciertos en este grupo fue de **12,23**, con una desviación estándar de 2,16. Al menos el 25% de las mujeres y de los hombres integrantes de este grupo obtuvo una puntuación máxima 11 puntos. Al menos el 50% de los integrantes de ambos sexos obtuvo una puntuación menor o igual a 12 puntos, y al menos el 75% en ambos sexos, logró un máximo de 14 puntos.

Usando la luz **tipo 4** (fluorescente de laboratorio), la media del total de aciertos fue de **9,95 y 9,53**, con una desviación estándar de 2,93 y 3,41 **para mujeres y hombres**, respectivamente. Al menos el 25% de las mujeres obtuvo una puntuación máxima de 9 puntos, al menos el 50% consiguió un máximo de 10 puntos y al menos el 75% obtuvo una puntuación máxima de 12 puntos. Con respecto a los hombres de este grupo, al menos el 25% logró una puntuación menor o igual a 7 puntos, al menos el 50% obtuvo un máximo de 9 puntos y al menos el 75% consiguió una puntuación menor o igual a 13 puntos.

5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS ACIERTOS EN LAS DIMENSIONES DEL COLOR.

Tras realizar el análisis descriptivo univariante observamos que la media de **aciertos del valor** en el total de los participantes fue de **4,07 puntos** de un máximo posible de 5 puntos, con una desviación estándar de 1,06. Al menos el 25% de los participantes acertó el valor como máximo en 3 ocasiones de las 5. Al menos el 50% de los participantes acertó el valor como máximo en 4 de las 5 ocasiones y al menos el 75% los acertó en todas las ocasiones obteniendo el 75% de los participantes una puntuación total para el valor de 5 puntos sobre 5. El valor mínimo de aciertos del valor fue de 0 y el máximo de 5. Con respecto al **tinte**, la media del total de aciertos fue de **3,23**, con una desviación estándar de 1,18. Al menos el 25% de los participantes acertó el tinte como máximo en 2 ocasiones, al menos el 50% lo eligió correctamente en un máximo de 3 ocasiones y al menos el 75% lo consiguió elegir adecuadamente como máximo en 4 ocasiones. El valor mínimo de aciertos para el tinte por participante fue de 0 y el máximo de 5. La media de aciertos de la **intensidad** fue de **3,33**, con una desviación estándar de 1,20. Al menos el 25% de los participantes eligieron correctamente la intensidad en un máximo de 3 ocasiones, al menos el 50% también eligieron la intensidad correctamente como mucho en 3 ocasiones y al menos el 75% lo consiguió correctamente como máximo en 4 ocasiones. Al igual que en valor y tinte, la puntuación mínima registrada fue de 0 y la máxima de 5.

Mediante el procedimiento de frecuencias se observó qué porcentaje de aciertos obtenían el total de los participantes para cada una de las dimensiones del color.

El 45,20% del total de los participantes en el estudio acertaron el valor en las 5 muestras que le fueron adjudicadas al azar. Con respecto al tinte e intensidad del total de las 5 muestras otorgadas a cada individuo, el 16,41% y 20,12% respectivamente acertaron el tinte y la intensidad de todas las muestras entregadas (gráficos 5-7).

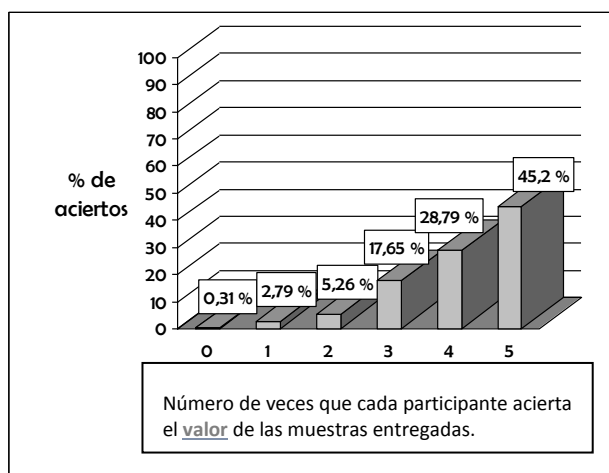


Gráfico 5. Porcentaje de veces en las cuales se acierta el valor de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante

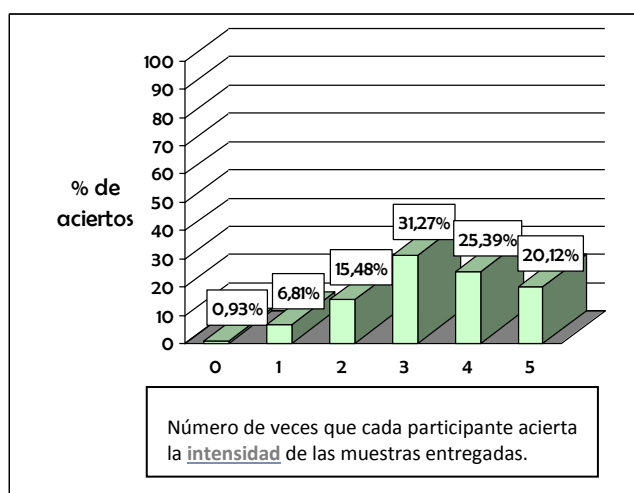


Gráfico 6 Porcentaje de veces en las cuales se acierta la intensidad de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante.

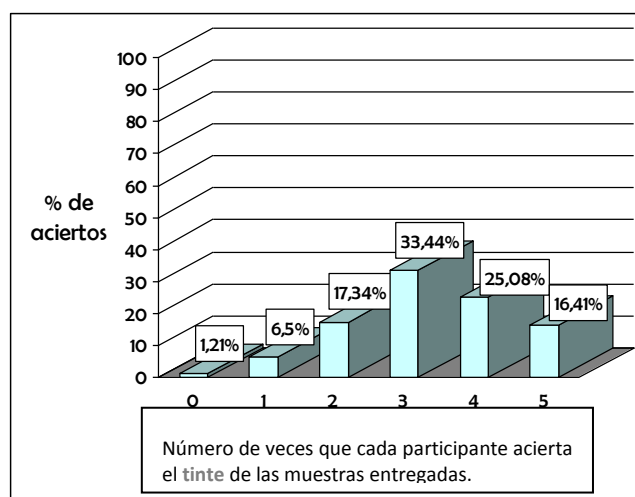


Gráfico 7. Porcentaje de veces en las cuales se acierta el tinte de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante.

5.6 RELACIÓN ENTRE LAS DIMENSIONES DEL COLOR, SEXO Y TIPO DE LUZ

Se analizaron las puntuaciones obtenidas relacionando cada una de las dimensiones del color con las variables sexo y tipo de luz aplicando el procedimiento de frecuencias para los diferentes parámetros.

Relación aciertos del valor con respecto al género.

Al realizar el análisis descriptivo univariante de **valor** con respecto al sexo, observamos que la media del total de aciertos para **mujeres** fue de **4,05** y para **hombres** fue de **4,12** con una desviación estándar de 1,07 y 1,05 respectivamente. El 25% de las mujeres acertaron el valor en al menos 3 ocasiones y el 25% de los hombres en al menos 4 ocasiones. Al menos el 50% de los participantes de ambos sexos obtuvieron una puntuación con respecto a los aciertos del valor menor o igual a 4, y al menos el 75% de los participantes de ambos sexos acertaron el valor en un máximo de 4 de las 5 ocasiones. La puntuación máxima para esta categoría fue de 5 y la mínima de 0 puntos.

No existen diferencias con respecto a la puntuación máxima obtenida entre hombres y mujeres en relación al valor. En ambos casos, el 45% de los participantes acertaron el valor de las cinco muestras entregadas. En el caso de las mujeres acertaron en todas las ocasiones el valor 105 de las 233 participantes y en el caso de los hombres 41 de los 90 participantes lo acertaron siempre. Al aplicar el estadístico Chi cuadrado para estos datos se obtiene un p valor de 0,7410, por tanto, podemos afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas con respecto al número de aciertos del valor según el género.

Relación de aciertos del valor respecto al género

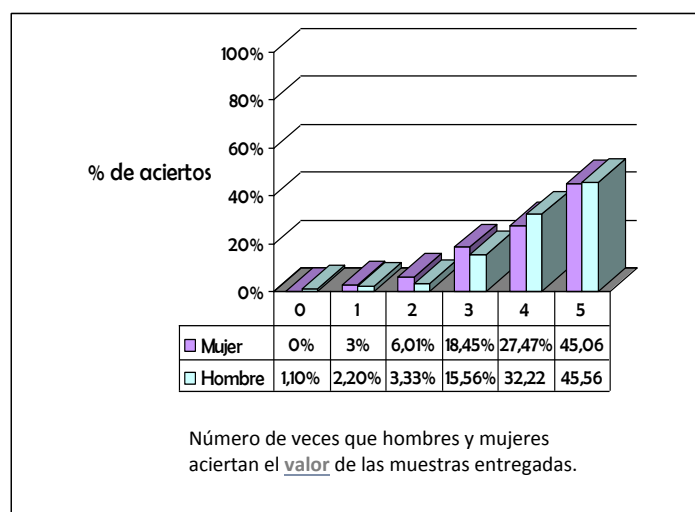


Gráfico 8. Porcentaje de veces en las cuales se acierta el valor de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante respecto al género.

Relación de aciertos del tinte con respecto al género.

Al realizar el análisis descriptivo univariante de la relación de aciertos del **tinte** según el sexo, observamos que la media del total de aciertos de las **mujeres** fue de **3,20** y de los **hombres** fue de **3,33** puntos, con una desviación estándar de 1,21 y 1,09 respectivamente. Al menos el 25% de las mujeres acertaron el tinte en un máximo de 2 ocasiones; en el caso de los hombres, el tinte fue acertado correctamente en al menos el 25% de los casos como máximo en 3 ocasiones. Al menos el 50% tanto de mujeres como de hombres eligieron correctamente el tinte como máximo en 3 de las 5 ocasiones, y ambos sexos obtuvieron una puntuación máxima de 4 sobre 5 en al menos el 75% de los casos. El valor mínimo registrado en elección del tinte en ambos casos fue de 0 puntos y en ambos casos el valor máximo fue de 5 puntos. De las cinco muestras entregadas a cada participante, el tinte fue acertado por ambos sexos en todas las ocasiones por un 17,17% de las mujeres y por un 14,44% de los hombres, es decir, 40 de las 233 mujeres y 13 de los 90 hombres participantes acertaron el valor en todas las muestras. De las 233 mujeres, 54 obtuvieron una puntuación de 4 sobre 5 en los aciertos con respecto al tinte. En el caso de los hombres, fueron 30 los que acertaron el tinte en cuatro de las cinco muestras. De las cinco muestras, obtuvieron tres puntos 75 mujeres y 33 hombres, resultando la obtención de tres aciertos del tinte en porcentajes similares para ambas categorías, siendo la puntuación de tres puntos en la elección del tinte la obtenida por el mayor número de participantes de ambos sexos. Al realizar la prueba de Chi cuadrado se obtiene que no existen diferencias significativas en la elección del tinte según el sexo ($p=0,4322$).

Relación de acierto del tinte respecto al género

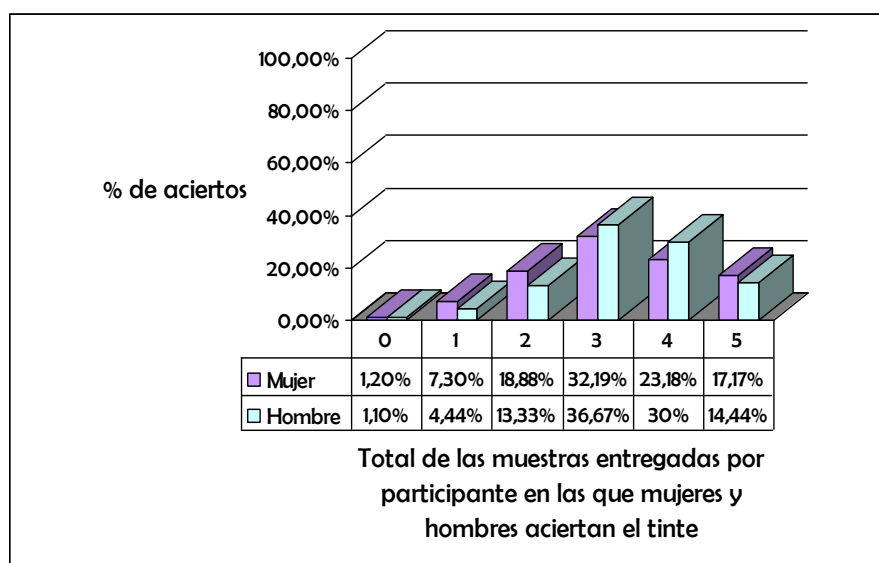


Gráfico 9. Porcentaje de veces en las cuales se acierta el tinte de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante respecto al género.

Relación de aciertos de la intensidad con respecto al género.

Al realizar el análisis descriptivo univariante de la **intensidad** con respecto al sexo, observamos que la media de la puntuación total para las **mujeres** es de **3,30** puntos y para **hombres** de **3,43**, con una desviación estándar de 1,22 y 1,17 respectivamente. Al menos el 25% de los participantes de ambos sexos eligieron correctamente la intensidad como máximo en 3 ocasiones. Al menos el 50% de las mujeres la eligió correctamente en un máximo de 3 ocasiones y al menos el 50% de los hombres acertaron la intensidad como máximo en 3,5 ocasiones. Al menos el 75% de los participantes de ambos sexos acertaron la intensidad en máximo de 4 ocasiones. Las puntuaciones mínima y máxima registradas fueron iguales a las registradas para el resto de dimensiones del color.

Con respecto al porcentaje de aciertos de la intensidad, los resultados son muy similares en ambos sexos, siendo lo más frecuente la obtención de tres aciertos sobre cinco en ambos sexos, con porcentaje de 31,33 para mujeres (73 de las 233) y 31,11% para los hombres (28 de los 90 participantes). Tras realizar la prueba Chi cuadrado se obtiene que no existen diferencias estadísticamente significativas con respecto a la elección de la intensidad según el sexo ($p=0,7194$).

Relación de aciertos de la **intensidad** respecto al género

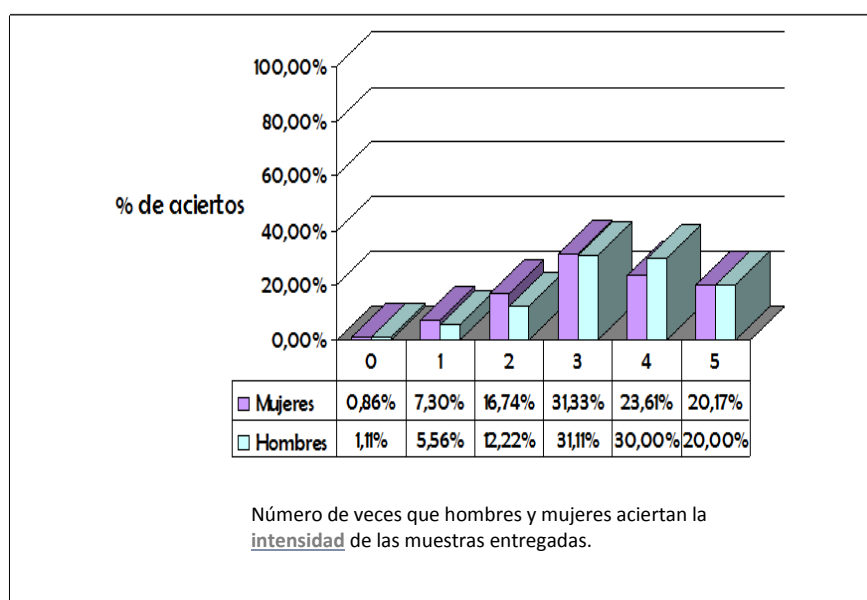


Gráfico 10. Porcentaje de veces en las cuales se acierta la intensidad de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante respecto al género.

Relación aciertos del valor con respecto al tipo de luz.

Al realizar el análisis descriptivo univariante observamos que la media de aciertos del valor de los participantes que integran el **grupo 1** fue de **4,09**, con una desviación estándar de 1,07. Al menos el 25% de los integrantes de este grupo obtuvieron una puntuación máxima de 3,50, al menos el 50% obtuvo una puntuación de como máximo 4 puntos sobre 5 y al menos el 75% obtuvo un máximo de 5 puntos.

En el **grupo 2**, la media de aciertos del valor fue de **4,04**, con una desviación estándar de 1,08. Al menos el 25% de los integrantes de este grupo obtuvo como máximo una puntuación de 3 aciertos del valor sobre 5 posibles. Al menos el 50% de los participantes de este grupo tuvo una puntuación máxima de 4 puntos y al menos el 75% acertó el valor en todas las ocasiones.

En el **grupo 3**, la media del total de aciertos del valor fue **4,46**, con una desviación estándar de 0,73. Al menos el 25% de los integrantes obtuvo una puntuación menor o igual a 4 puntos, y al menos tanto el 50% como el 75% logró acertar el valor en todas las ocasiones.

En el **grupo 4** la media del total de aciertos del valor fue de **3,78**, con una desviación estándar de 1,16. Al menos el 25% de los integrantes logró una puntuación de aciertos del valor menor o igual a 3 puntos. Al menos el 50% acertó el valor como máximo en 4 ocasiones y al menos el 75% lo acertó en todas las ocasiones.

Con respecto al tipo de luz, cabe resaltar que ninguno de los participantes que realizó la toma de color con la luz fluorescente día tuvo menos de tres aciertos en la elección del valor de las cinco muestras entregadas aleatoriamente, habiendo acertado el valor en tres de las cinco ocasiones el 14% de los participantes, en cuatro de las cinco ocasiones el 26% de los participantes y en cinco de las cinco ocasiones el 60% de los participantes (30 de los 50 integrantes de este grupo).

En el grupo 1 y en el grupo 2, el valor fue acertado en todas las ocasiones en el 46% y en el 45,13% de los casos respectivamente. En el grupo 4, el 31,67% de los alumnos acertaron el valor de los cinco dientes entregados. (Gráficos 11, 12).

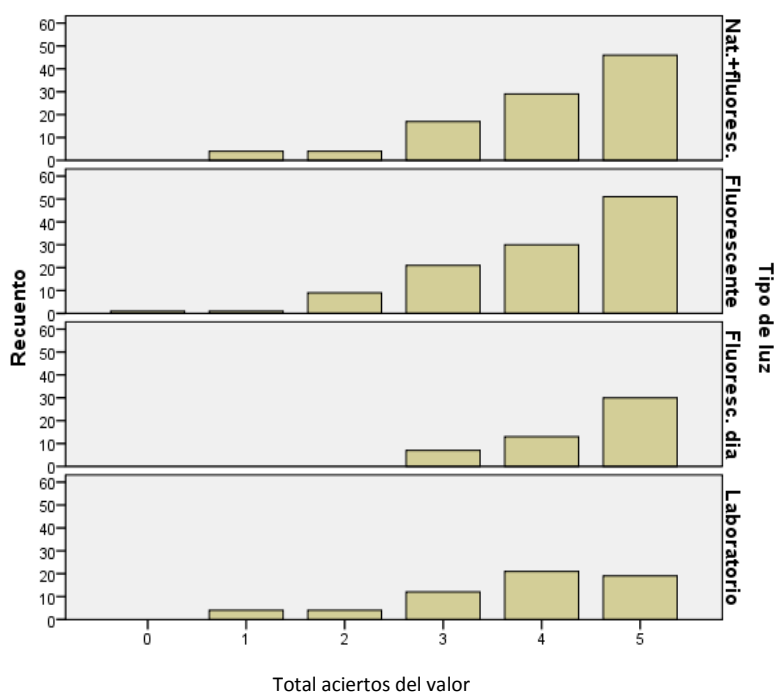


Gráfico 11. Diagrama de barras. Observamos el recuento de aciertos del valor en las muestras entregadas a cada participante según el tipo de luz.

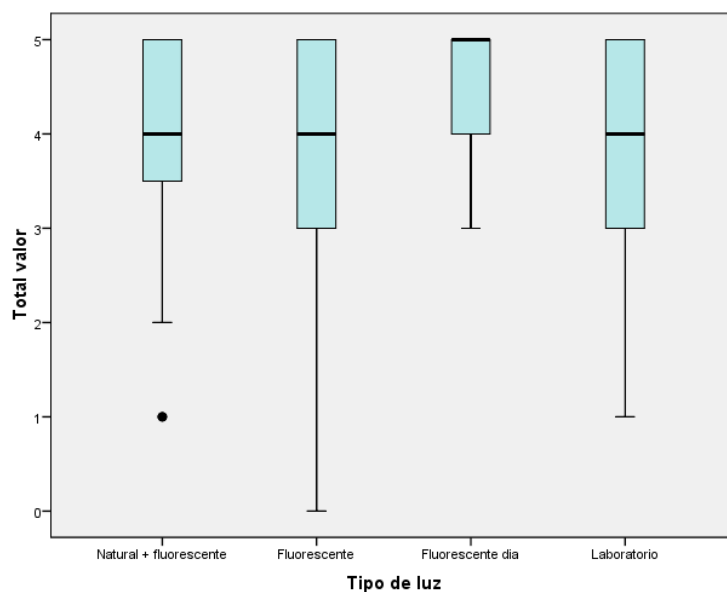


Gráfico 12. Diagrama de cajas. Relación del tipo de luz con los aciertos del valor.

Posteriormente se utilizó el test de Kruskal Wallis para contrastar los distintos tipos de luz con la variable “valor” y poder determinar que grupos son responsables de las diferencias. Al salir este contraste significativo ($p=0,0143$), aplicamos el test de comparaciones múltiples a posteriori, en el que el nivel de significación global se divide por el número de comparaciones (6) en cada uno de los contrastes entre dos grupos.

Realizando el Test no paramétrico de comparaciones múltiples, se obtuvo que el grupo 3 (fluorescente luz día) sólo presenta resultados estadísticamente significativos en relación a la elección del valor cuando es comparado con el grupo 4(fluorescentes laboratorio)($p = 0,01476$)

Relación de aciertos del valor con respecto al tipo de luz y al género.

Al realizar el análisis descriptivo univariante, observamos que la media de aciertos del **valor en las mujeres del grupo 1** (luz natural + fluorescente) fue de **4,04**, con una desviación estándar de 1,16. Al menos el 25% de las mujeres de este grupo eligió correctamente el valor en un máximo de 3 ocasiones, al menos el 50% lo eligió correctamente como máximo 4 ocasiones y al menos el 75% lo hizo en las 5 ocasiones. Para los **hombres** del grupo 1, la media de aciertos del valor fue **4,18**, con una desviación estándar de 0,88. Al menos tanto el 25% como el 50% de los hombres de este grupo eligió el valor correctamente como máximo 4 ocasiones. Al menos el 75% lo eligió correctamente en todas las ocasiones. La puntuación mínima registrada con la luz natural+fluorescente para mujeres fue de 1 acierto del valor de los 5 posibles por participante y para los hombres fue de 2. La puntuación máxima en ambos casos fue de 5.

La media de aciertos del **valor** de las **mujeres** que eligieron el color bajo la luz **tipo 2** (fluorescente convencional) fue de **4,02**, con una desviación estándar de 1,07. Al menos el 25% de las mujeres de este grupo eligió correctamente el valor en un máximo de 3 ocasiones. Al menos el 50% obtuvo una puntuación menor o igual que 4 y al menos el 75% lo eligió correctamente en las 5 ocasiones. Con respecto a los **hombres** que integraban el grupo 2, la media de aciertos del valor fue **4,12**, con una desviación estándar de 1,16. Al menos tanto el 25% como el 50% de los participantes eligieron el valor correctamente en un máximo de 4 ocasiones, y al menos el 75% de los mismos lo hizo correctamente en todas las ocasiones. La puntuación mínima lograda con respecto al número de aciertos del valor con la luz tipo 2 por las mujeres fue de 1 punto y por los hombres fue de 0 puntos. La puntuación máxima fue 5 puntos en ambos sexos.

La media de aciertos del **valor** de las **mujeres** que eligieron el color en el **grupo 3**, fue de **4,51**, con una desviación estándar de 0,71. Al menos el 25% de las mujeres de este grupo eligió correctamente el valor en un máximo de 4 ocasiones. Tanto el 50% como el 75% lo eligió correctamente en todas las ocasiones. La puntuación mínima de aciertos del valor fue de 3 puntos y la máxima de 5. Para los **hombres** del grupo 3 (fluorescente luz día), la media de aciertos del valor fue **4,35**, con una desviación estándar de 0,78. Al menos el 25% de los hombres eligió correctamente el valor en un máximo de 4 ocasiones, y tanto al menos el 50% como el 75% logró una puntuación menor o igual que 5. También en este caso, para los hombres la puntuación mínima de aciertos del valor fue de 3 puntos y la máxima de 5.

En el **grupo 4** (fluorescente laboratorio), la media de acierto del valor de las **mujeres** fue de **3,80**, con una desviación estándar de 1,07. Un mínimo del 25% de las mujeres eligió correctamente el valor en un máximo de 3 ocasiones, al menos el 50% obtuvo una puntuación menor o igual a 4 y al menos el 75% lo eligió correctamente en todas las ocasiones. La puntuación mínima registrada fue de 1 punto y la máxima fue de 5 puntos. Para los **hombres** del grupo 4, la media de aciertos del valor fue de **3,73**, con una desviación estándar de 1,43. Al menos el 25% de los hombres eligió correctamente el valor en un máximo de 3 ocasiones, al menos el 50% logró un máximo de 4 aciertos

y al menos el 75% obtuvo una puntuación menor o igual que 5. La puntuación mínima de aciertos del valor para los hombres de este grupo fue de 1 punto, y la máxima fue de 5 puntos.

Posteriormente se utilizó el test de Kruskal Wallis para contrastar los distintos tipos de luz con la variable “valor”, en cada sexo y poder determinar que grupos son responsables de las diferencias. En las mujeres, al salir este contraste significativo ($p=0,023$), aplicamos el test de comparaciones múltiples a posteriori, en el que el nivel de significación global se divide por el número de comparaciones (6) en cada uno de los contrastes entre dos grupos.

Realizando el Test no paramétrico de comparaciones múltiples, se obtuvo que el grupo 3 (fluorescente luz día) sólo presenta resultados estadísticamente significativos en relación a la elección del valor cuando es comparado con el grupo 4(fluorescentes laboratorio)($p = 0,024$).

En los hombres, al aplicar el test de Kruskal Wallis no obtenemos resultados estadísticamente significativos.

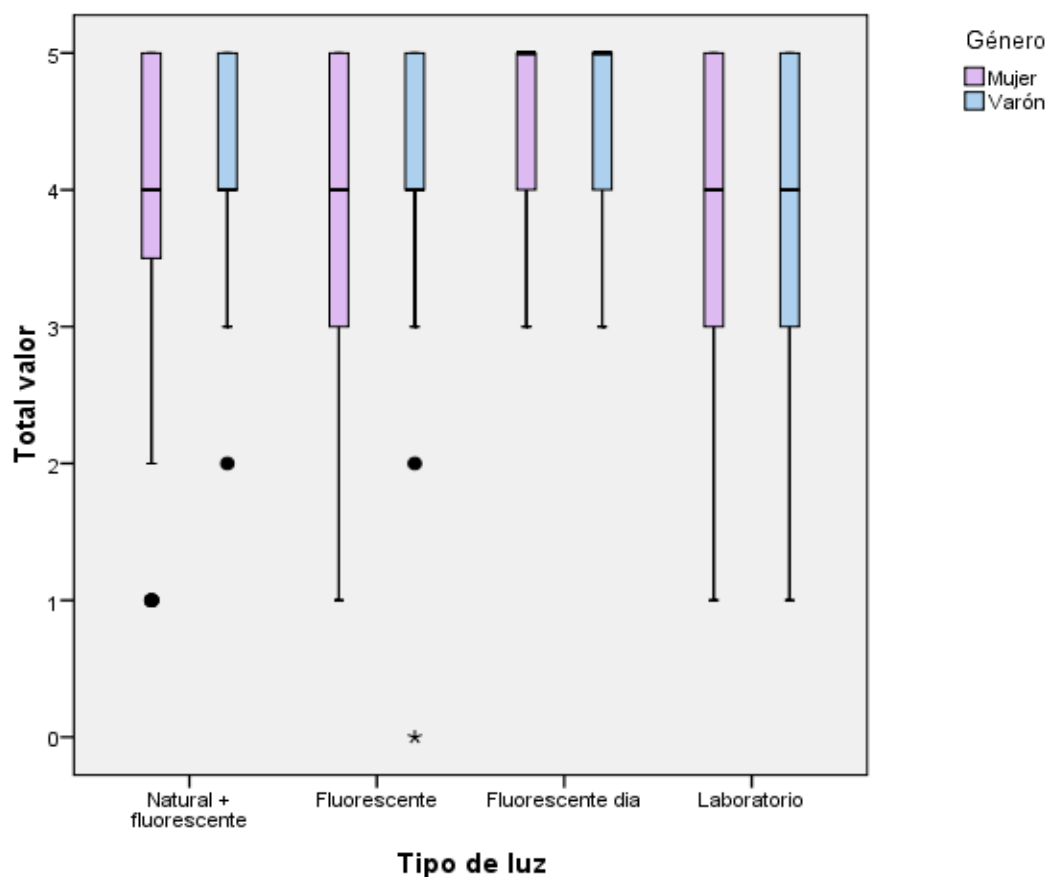


Gráfico 13. Diagrama de cajas. Aciertos del valor respecto al género y tipo de luz. Los puntos representan valores extremos y atípicos.

Relación de aciertos del tinte con respecto al tipo de luz.

Al realizar el análisis descriptivo univariante observamos que la media de aciertos del **tinte** en el **grupo 1 es de 3,16**, con una desviación estándar de 1,25. Al menos el 25% de los integrantes de este grupo aciertan el tinte como máximo en 2 ocasiones. Al menos el 50% lo elige correctamente en un máximo de 3 ocasiones y al menos el 75% obtiene una puntuación menor o igual a 4. El valor mínimo obtenido en este grupo fue de 0 aciertos y el máximo fue de 5.

En el **grupo 2**, la media de aciertos del tinte fue de **3,19**, con una desviación estándar de 1,10. Al menos el 25% y el 50% de los integrantes de este grupo obtuvo máxima de 3 aciertos en el tinte. Al menos el 75% obtuvo un máximo de 4 aciertos. El valor mínimo de aciertos registrado para el grupo 2 fue de 0, y el máximo de 5.

En el **grupo 3**, la media del total de aciertos del tinte fue de **3,76**, con una desviación estándar de 0,98. Al menos el 25% de los participantes de este grupo eligió correctamente el tinte en un máximo de 3 ocasiones. Al menos el 50%, consiguió una puntuación máxima de 4 puntos y al menos el 75% de los integrantes obtuvo una puntuación con respecto a los aciertos del tinte menor o igual a 5. La puntuación mínima registrada para la elección del tinte en este grupo fue de 2 puntos y la máxima fue de 5 puntos.

En el **grupo 4**, la media del total de aciertos del tinte fue de **3,01**, con una desviación estándar de 1,25. Al menos el 25% de los integrantes de este grupo eligió correctamente el tinte en un máximo de 2 ocasiones. Al menos el 50%, obtuvo una puntuación menor o igual a 3 y al menos el 75% logró una puntuación menor o igual a 4 puntos. La puntuación mínima obtenida fue de 0 puntos y la máxima fue de 5 puntos.

Se realizó el test de Kruskal Wallis para contrastar los distintos tipos de luz con respecto a la elección del tinte y poder determinar que grupos son responsables de las diferencias. Se obtiene un resultado estadísticamente significativo ($p=0,0090$) por lo cual se utiliza el test no paramétrico de comparaciones múltiples a posteriori, en el que el número de significación global se divide por el número de comparaciones (6) en cada uno de los contrastes entre dos grupos. Así se obtiene que **la distribución de valores para el grupo 3 es superior a la distribución de valores para los otros grupos** ($p=0,04476$).

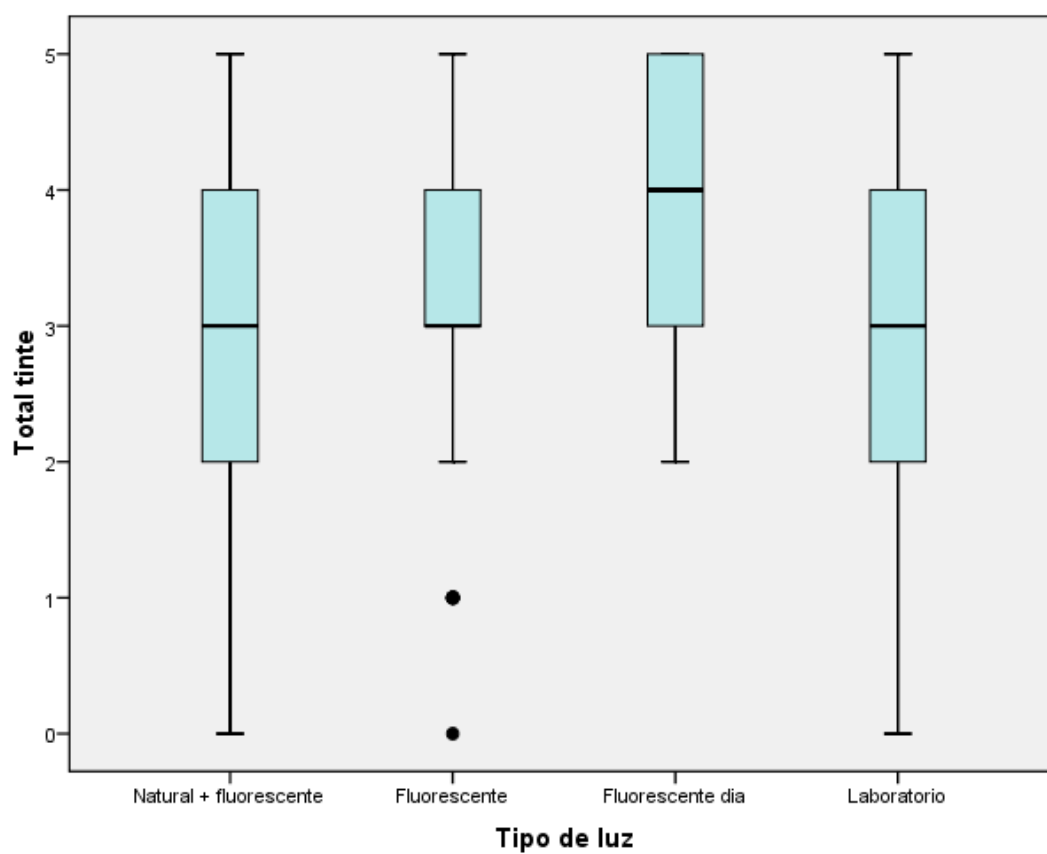


Gráfico 14. Diagrama de cajas. Acierto del tinte respecto al tipo de luz.

Relación de aciertos del tinte con respecto al tipo de luz y al género.

Al realizar el análisis descriptivo univariante en los resultados obtenidos utilizando la luz tipo 1 observamos que la **media** de aciertos del tinte en el **sexo femenino** fue de **2,97**, con una desviación estándar de 1,37. El 25% de las mujeres acertaron el tinte en al menos 2 ocasiones, el 50% en al menos 3 ocasiones y el 75% en al menos 4 ocasiones. Con respecto a los **hombres**, la media de aciertos del tinte fue de **3,54**, con una desviación estándar de 0,86. Al menos el 25% y el 50% de los hombres eligió correctamente el tinte como máximo en 3 ocasiones, y al menos el 75% lo eligió correctamente en un máximo de 4 ocasiones. Las puntuaciones mínimas registradas respectivamente fueron para mujeres y hombres de 0 y 2, y la máxima fue de 5 para ambos sexos.

Con respecto a la luz tipo 2 (fluorescente convencional), la media de aciertos del tinte de las mujeres fue de 3,25, con una desviación estándar de 1,09. Al menos el 25% y el 50% de las mujeres eligió correctamente el tinte en un máximo de 3 ocasiones, y al menos el 75% lo hizo como máximo en 4 ocasiones. Los integrantes varones de este grupo obtuvieron una media de aciertos del tinte de 3,00, con una desviación estándar de 1,15. Al menos el 25% de los hombres eligió correctamente el tinte en un máximo de 2 ocasiones, al menos el 50% obtuvo una puntuación menor o igual a 3 y al menos el 75% logró una puntuación menor o igual a 4. Las puntuaciones mínimas registradas por mujeres y hombres con respecto a la elección del tinte fueron de 1 y 0 puntos respectivamente, y la máxima fue de 5 en ambos casos.

En las mujeres que eligieron el color mediante la luz tipo 3 (fluorescente día), la media de aciertos del tinte fue de 3,72, con una desviación estándar de 0,97. Con respecto a los hombres integrantes de este grupo obtuvieron una media de aciertos del tinte de 3,82, con una desviación estándar de 1,01. Al menos el 25% de las mujeres y de los hombres de este grupo eligió correctamente el tinte en un máximo de 3 ocasiones, al menos el 50% obtuvo una puntuación menor o igual a 4 y al menos el 75% lo eligió correctamente en todas las ocasiones.

Se realizó el test de Kruskal Wallis para contrastar los distintos tipos de luz con respecto a la elección del tinte y al sexo y poder determinar que grupos son responsables de las diferencias. En el caso de las mujeres, se obtiene un resultado estadísticamente significativo ($p=0,0302$) por lo cual se utiliza el test no paramétrico de comparaciones múltiples a posteriori, en el que el número de significación global se divide por el número de comparaciones (6) en cada uno de los contrastes entre dos grupos. Así se obtiene que la distribución de valores para el grupo 3 es superior a la distribución de valores en el grupo 1 ($p=0,029$).

En el caso de los varones, al realizar el test de Kruskal Wallis, se obtiene una significación de $p=0,0379$. Al realizar el test no paramétrico de comparaciones múltiples se observa que la distribución de valores es similar en todos los grupos, por tanto, los resultados en este campo no son estadísticamente significativos.

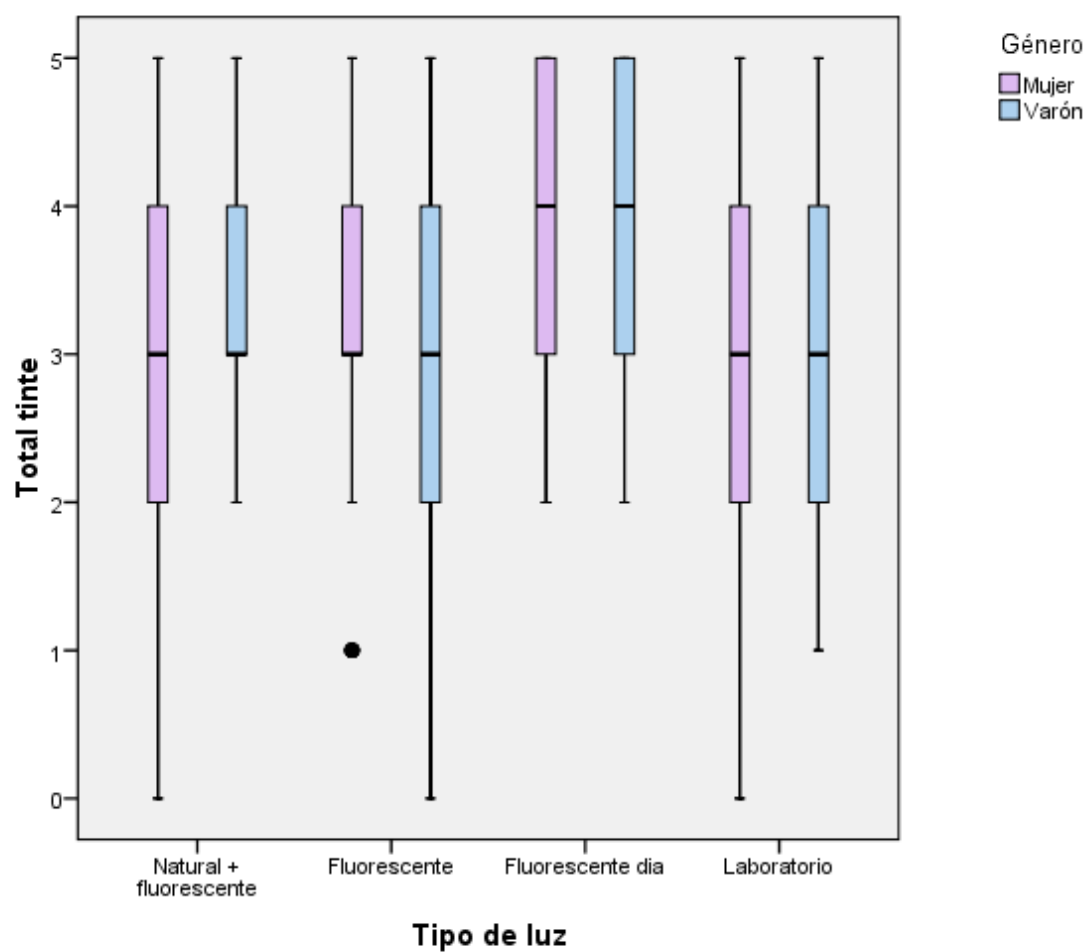


Gráfico 15. Diagrama de cajas. Aciertos del tinte respecto al tipo de luz y al género

Relación de aciertos de la intensidad con respecto al tipo de luz.

Al realizar el análisis descriptivo univariante observamos que en el **grupo 1**, la media de aciertos de la intensidad es de **3,25**, con una desviación estándar de 1,29. Al menos el 25% de los integrantes de este grupo eligió correctamente la intensidad como máximo en 2 ocasiones. Al menos el 50%, lo hizo correctamente en un máximo de 3 ocasiones y al menos el 75% obtuvo una puntuación menor o igual a 4. La puntuación mínima obtenida en la elección de la intensidad en este grupo fue de 0 puntos y la máxima de 5 sobre 5 puntos posibles.

En el **grupo 2**, la media de aciertos de la intensidad fue de **3,30**, con una desviación estándar de 1,16. Al menos el 25% y el 50% de los integrantes de este grupo eligió correctamente la intensidad en un máximo de 3 ocasiones. Al menos el 75% eligió correctamente la intensidad como máximo en 4 ocasiones. La puntuación mínima obtenida fue de 0 aciertos y la máxima fue de 5.

En el **grupo 3**, la media de aciertos de la intensidad fue de **3,92**, con una desviación estándar de 0,94. Al menos el 25% de los integrantes de este grupo eligió correctamente la intensidad en un máximo de 3 ocasiones. Al menos el 50%, la eligió correctamente como máximo en 4 ocasiones y el al menos el 75% lo hizo en todas las ocasiones posibles. El valor mínimo de aciertos en este grupo y categoría fue de 2 y el máximo de 5 sobre 5 posibles.

En el **grupo 4**, la media del total de aciertos de la intensidad fue **3,05**, con una desviación estándar de 1,21. Al menos el 25% de los integrantes de este grupo eligió correctamente la intensidad en como máximo 2 de las 5 ocasiones. Al menos el 50%, lo hizo correctamente en un máximo de 3 de las 5 ocasiones, y al menos el 75% obtuvo una puntuación menor o igual a 4. La puntuación mínima obtenida en este grupo fue de 1 punto y la máxima fue de 5.

Se realizó el test de Kruskal Wallis para contrastar los distintos tipos de luz con respecto a la elección de la intensidad y al sexo, y poder determinar que grupos son responsables de las diferencias. Al aplicar este contraste obtenemos un resultado estadísticamente significativo ($p=0,0013$), por tanto, aplicamos el test de comparaciones múltiples a posteriori en el que el nivel de significación global se divide por el número de comparaciones (6) en cada uno de los contrastes entre dos grupos, obteniendo como resultado que la **distribución de valores para el grupo 3 es superior a la distribución de valores para los otros grupos** ($p=0,021$).

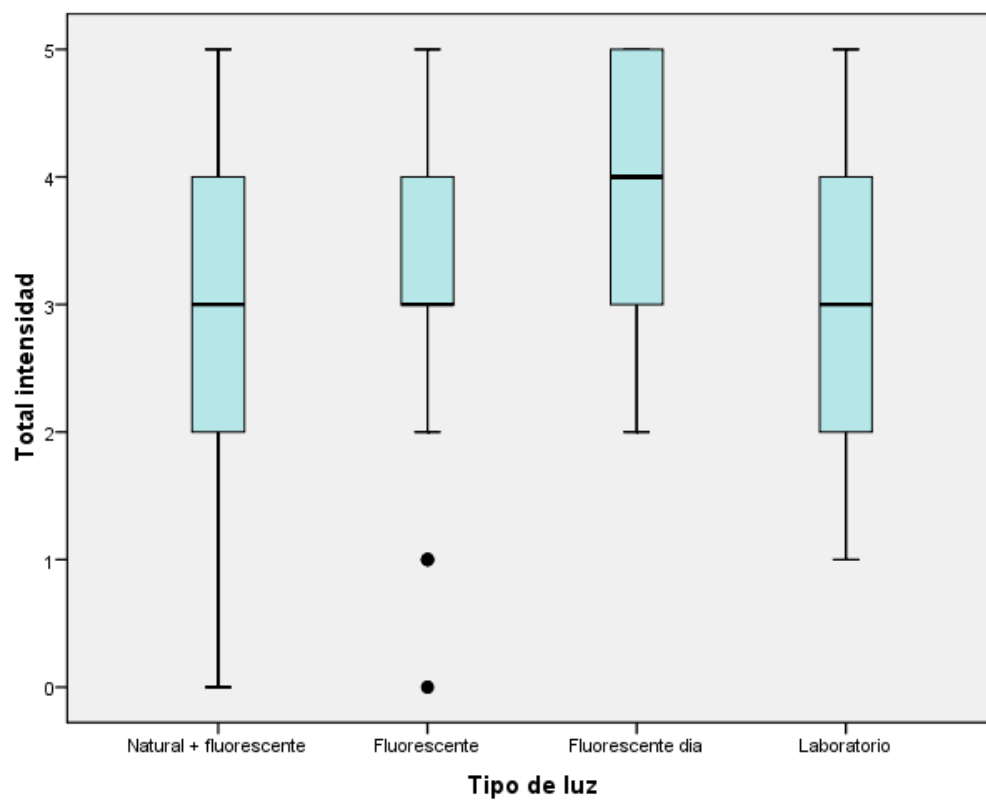


Gráfico 16. Diagrama de cajas. Aciertos de la intensidad respecto al tipo de luz

Relación de aciertos de la intensidad con respecto al género y al tipo de luz

Al realizar el análisis descriptivo univariante observamos que en las **mujeres del grupo 1** (luz natural + fluorescente), la media de aciertos de la intensidad en las mujeres fue de **3,11**, con una desviación estándar de 1,39. Al menos el 25% de las mujeres logró una puntuación menor o igual a 2, al menos el 50% obtuvo una puntuación máxima de 3 puntos y al menos el 75% consiguió una puntuación menor o igual a 4. Con respecto a los **hombres** integrantes de este grupo, la media de aciertos de la intensidad fue de **3,51**, con una desviación estándar de 1,003. Al menos el 25% y el 50% de los hombres eligió correctamente la intensidad como máximo en 3 ocasiones, y al menos el 75% en un máximo de 4 ocasiones. La puntuación mínima obtenida para mujeres y hombres fue respectivamente de 0 y 1 punto, y la máxima fue de 5 puntos en ambos casos.

En el grupo de luz **tipo 2** (fluorescente convencional), la media de aciertos de la intensidad en las **mujeres** fue de **3,34**, con una desviación estándar de 1,14. La media de aciertos de los **hombres** fue de **3,20**, con una desviación estándar de 1,25. Al menos tanto en el 25% como en el 50% de los casos tanto mujeres como hombres obtuvieron como máximo una puntuación de 3 puntos, y al menos en el 75% de los casos lograron como máximo 4 puntos. La puntuación mínima obtenida en ambos casos fue de 0 puntos y la máxima de 5 puntos.

En el **grupo 3** (fluorescente luz día), la media de aciertos de la intensidad de las **mujeres** fue de **3,84**, con una desviación estándar de 0,97. Al menos el 25% de las mujeres obtiene una puntuación con respecto a la intensidad menor o igual a 3 puntos, al menos el 50% consigue un máximo de 4 puntos y al menos el 75% obtiene una puntuación para la intensidad menor o igual a 5 puntos. Los **hombres** de este grupo obtuvieron una media de aciertos de la intensidad de **4,05**, con una desviación estándar de 0,89. Al menos el 25% y el 50% de los hombres eligieron correctamente la intensidad en un máximo de 4 ocasiones, y al menos el 75% logra una puntuación menor o igual a 5 puntos. Las puntuaciones mínimas y máximas fueron iguales en ambos grupos (2 y 5 puntos respectivamente). Se realizó el test de Kruskal Wallis para contrastar los distintos tipos de luz con respecto a la elección de la intensidad y el sexo y poder determinar que grupos son responsables de las diferencias. Al aplicar este contraste obtenemos un resultado estadísticamente significativo para el sexo femenino ($p=0,0291$), por tanto, aplicamos el test de comparaciones múltiples a posteriori en el que el nivel de significación global se divide entre el número de comparaciones (6 en este caso) en cada uno de los contrastes entre dos grupos, obteniendo como resultado que el grupo 3 (fluorescente día) difiere significativamente de los grupos 1 (luz natural y fluorescente convencional) y 4 (fluorescente de laboratorio) ($p=0,05$), es decir, la distribución de valores en para las mujeres que **eligieron el color bajo fluorescentes de luz día (grupo 3) es superior a la de las mujeres de los grupos 1 y 4.**

Con respecto a los hombres, al realizar el test de Kruskal Wallis para la variable intensidad y tipo de luz, obtenemos un resultado estadísticamente significativo ($p=0,0381$). Al realizar el test no paramétrico de comparaciones múltiples a posteriori,

obtenemos que **la distribución de valores en el grupo de fluorescente de luz día (grupo 3) es superior a la del grupo 4.**

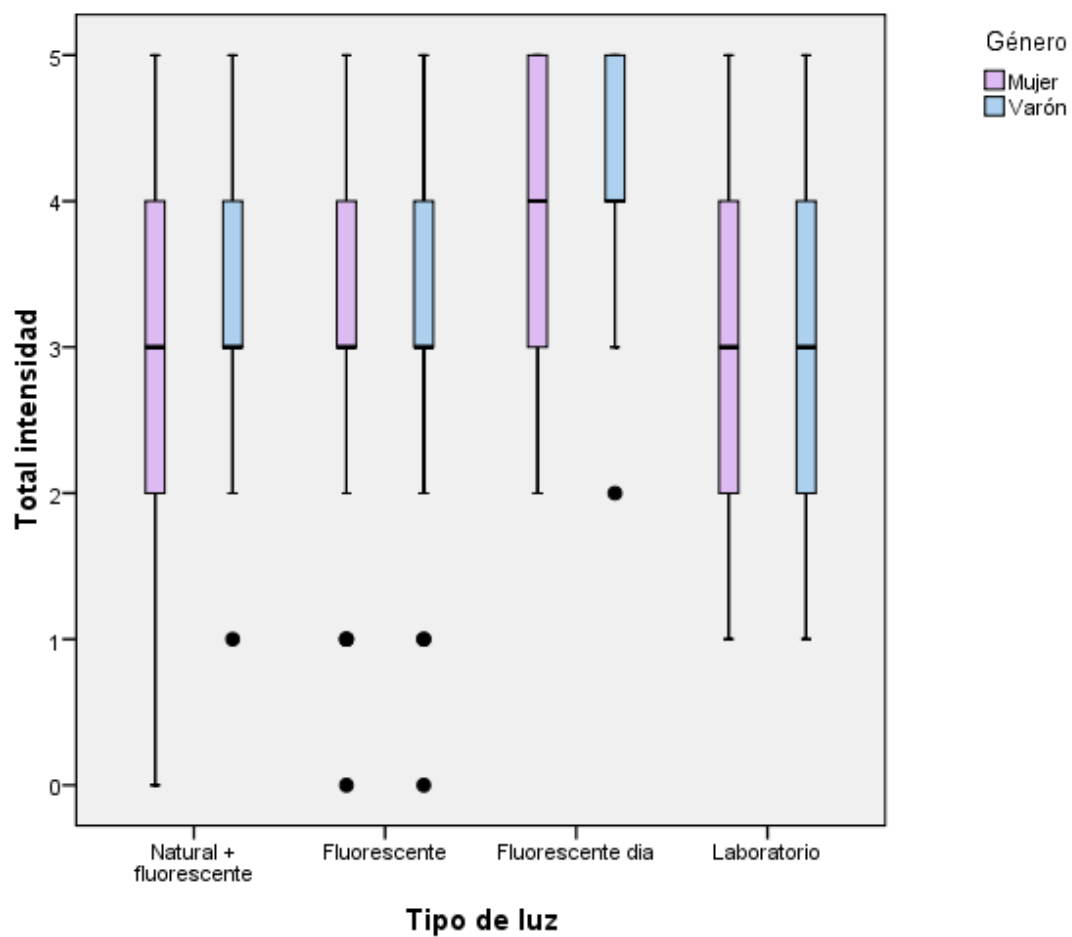


Gráfico 17. Diagrama de cajas. Aciertos de la intensidad respecto al tipo de luz y al género.

5.7 COLORES MÁS Y MENOS ACERTADOS PARA CADA UNA DE LAS DIMENSIONES DEL COLOR POR EL TOTAL DE LOS PARTICIPANTES.

VALOR

Los colores en los que en más ocasiones acertaron el valor el total de los participantes fueron:

5M3 en el 100% de las ocasiones.

1M1 en el 95,45% de las ocasiones.

4L1,5 en el 91,22% de las ocasiones.

Los colores en los que en menos ocasiones acertaron el valor el total de los participantes fueron:

2R2,5 en el 59% de las ocasiones.

3M2 en el 67% de las ocasiones.

1M2 en el 69% de las ocasiones.

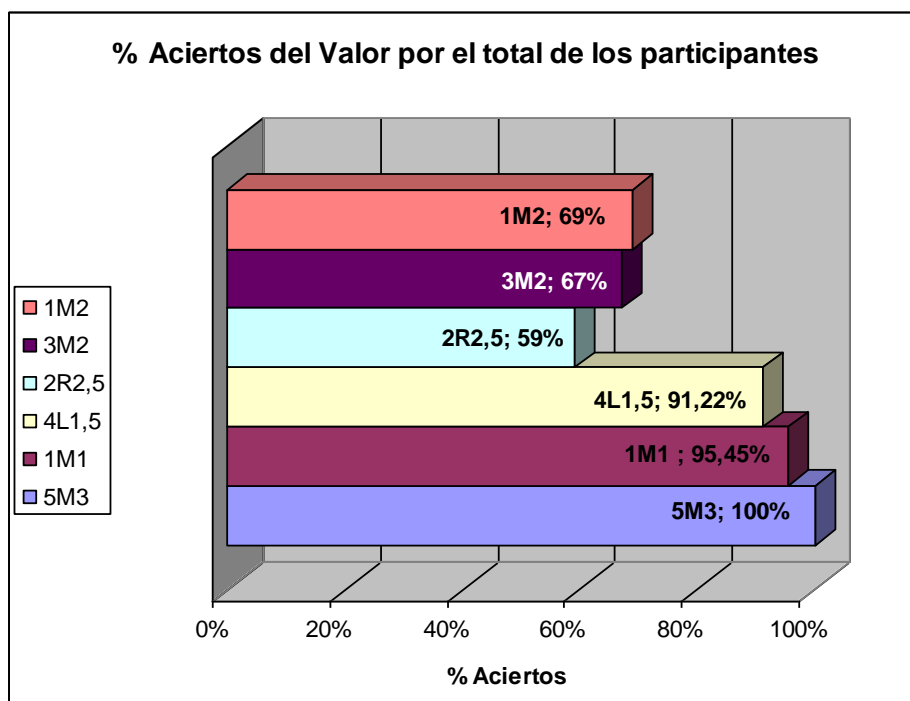


Gráfico 18. Aciertos del valor por el total de los participantes.

TINTE

Los colores en los que en más ocasiones acertaron el tinte el total de los participantes fueron:

1M1 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

5M1 en el 91,6% de las ocasiones.

2M1 y 4M1 en el 90% de las ocasiones.

Los colores en los que en menos ocasiones acertaron el tinte el total de los participantes fueron:

4L2,5 en el 29,6% de las ocasiones.

2L1,5 en el 36,6% de las ocasiones.

2L2,5 en el 36,5% de las ocasiones.

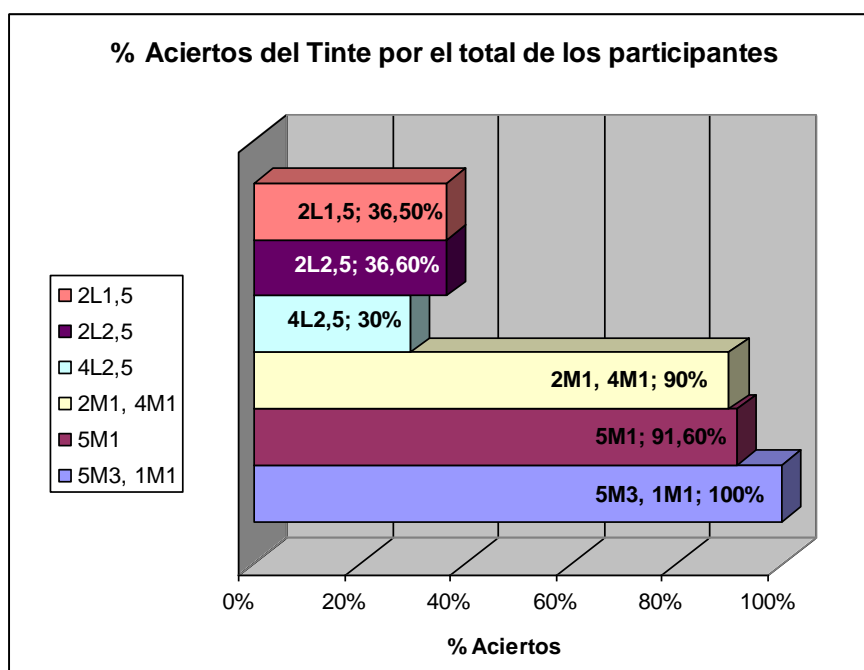


Gráfico 19. Aciertos del tinte por el total de los participantes.

INTENSIDAD

Los colores en los que en más ocasiones acertaron la intensidad el total de los participantes fueron:

1M1 en el 98,48% de las ocasiones.

5M3 en el 96,6% de las ocasiones.

4M1 en el 90,7% de las ocasiones.

5M1 en el 90% de las ocasiones.

Los colores en los que en menos ocasiones acertaron la intensidad el total de los participantes fueron:

4L2,5 en el 31,4% de las ocasiones.

2M3 en el 38% de las ocasiones.

3M2 en el 41% de las ocasiones.

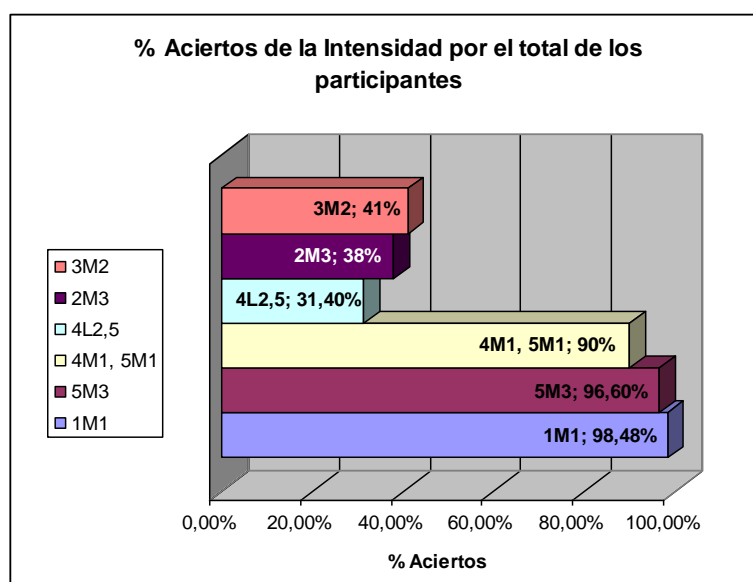


Gráfico 20. Aciertos de la intensidad por el total de los participantes

COLORES MÁS Y MENOS ACERTADOS DEL TOTAL DE LA MUESTRA

Los colores que obtuvieron una mayor media de la puntuación total del total de la muestra fueron:

5M3 con una media de aciertos del 98,6%

1M1 con una media de aciertos del 97,6%.

5M1 con una media de aciertos del 89,3%.

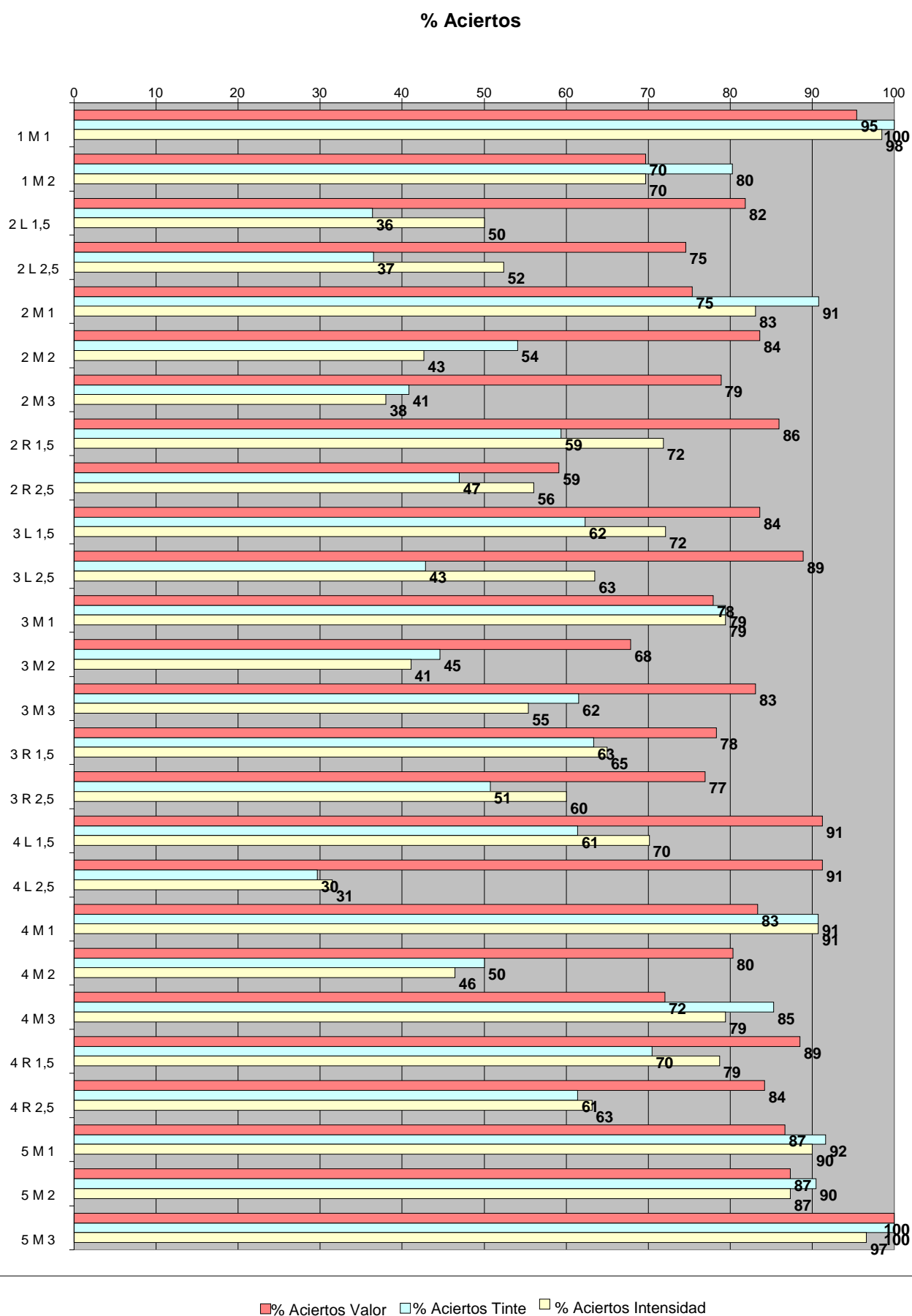
Los colores que obtuvieron una menor media de la puntuación total del total de la muestra fueron:

4L2,5 con una media de aciertos del 50%

3M2 con una media de aciertos del 51%.

2M3 con una media de aciertos del 52%.

Gráfico 21 Aciertos de Valor, Tinte e Intensidad para cada color por el Total de los participantes.



5.8 COLORES MÁS Y MENOS ACERTADOS PARA CADA UNA DE LAS DIMENSIONES DEL COLOR RESPECTO AL GÉNERO

VALOR

Los colores en los que en más ocasiones fue acertado el valor por mujeres y hombres fueron:

MUJERES

5M3 en el 100% de las ocasiones.

1M1 en el 95% de las ocasiones.

4R1,5 en el 91% de las ocasiones.

HOMBRES

3I2,5, 5M1 Y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

4L1,5 en el 95,6% de las ocasiones.

2R1,5 en el 95,45% de las ocasiones.

Los colores en los que en menos ocasiones fue acertado el valor por mujeres y hombres fueron:

MUJERES

2R2,5 en el 58% de las ocasiones.

4M3 en el 65% de las ocasiones.

1M2 en el 66% de las ocasiones.

HOMBRES

3R2,5 y 2R2,5 se acertaron en el 60% de las ocasiones.

3M2 se acertó en el 61% de las ocasiones.

TINTE

Los colores en los que en más ocasiones fue acertado el tinte por mujeres y hombres fueron:

MUJERES

1M1 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

5M1 en el 92% de las ocasiones.

5M2 en el 91% de las ocasiones.

HOMBRES

1M1 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

4M1 en el 92% de las ocasiones.

2M1 en el 90% de las ocasiones.

Los colores en los que en menos ocasiones fue acertado el tinte por mujeres y hombres fueron:

MUJERES

4L2,5 en el 28% de las ocasiones.

2L1,5 en el 36% de las ocasiones.

2L2,5 en el 36,7% de las ocasiones.

HOMBRES

4L2,5 y 3R2,5 en el 33% de las ocasiones.

2L2,5 y 3L2,5 35% de las ocasiones.

INTENSIDAD

Los colores en los que en más ocasiones fue acertada la intensidad por mujeres y hombres fueron:

MUJERES

1M1 en el 97,8% de las ocasiones.

5M3 en el 95% de las ocasiones.

5M1 en el 92,8% de las ocasiones.

HOMBRES

1M1 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

4M1 en el 92% de las ocasiones.

5M2 en el 86% de las ocasiones.

Los colores en los que en menos ocasiones fue acertada la intensidad por mujeres y hombres fueron:

MUJERES

4L2,5 en el 30,7% de las ocasiones.

2M3 en el 35% de las ocasiones.

3M2 en el 35% de las ocasiones.

HOMBRES

4L2,5 en el 33,3% de las ocasiones.

2M3 en el 44% de las ocasiones.

2R2,5 en el 45% de las ocasiones.

Para determinar los colores con mayor y menor dificultad en ser elegidos por ambos géneros, se realizó el análisis estadístico hallando la media de la puntuación total para cada uno de los colores y para ambos géneros, obteniendo los siguientes resultados (gráfico 22):

COLORES CON MAYOR MEDIA DE LA PUNTUACIÓN TOTAL

MUJERES

5M3 con una media de aciertos de 2,95 sobre 3.

1M1 con una media de aciertos de 2,93 sobre 3.

5M1 con una media de aciertos de 2,73 sobre 3.

HOMBRES

5M3 con una media de aciertos de 3 sobre 3.

1M1 con una media de aciertos de 2,95 sobre 3.

4M1 con una media de aciertos de 2,71 sobre 3.

COLORES CON UNA MENOR MEDIA DE LA PUNTUACIÓN TOTAL

MUJERES

4L2,5 con una media de aciertos de 1,46 sobre 3.

3M2 con una media de aciertos de 1,51 sobre 3.

2M3 con una media de aciertos de 1,52 sobre 3.

HOMBRES

2R2,5 con una media de aciertos de 1,45 sobre 3.

3R2,5 con una media de aciertos de 1,46 sobre 3.

4L2,5 con una media de aciertos de 1,6 sobre 3.

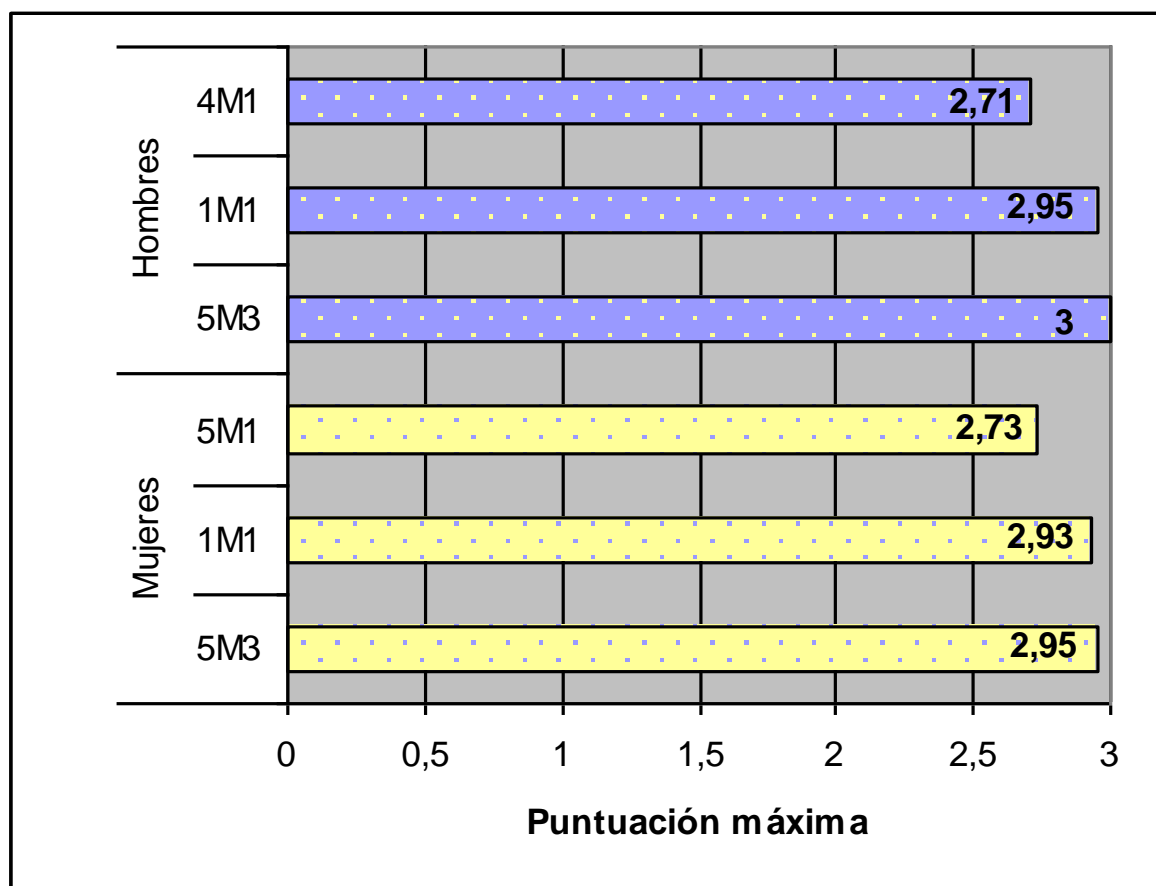


Gráfico 22. Colores en los que mujeres y hombres logran una mayor media de la puntuación total.

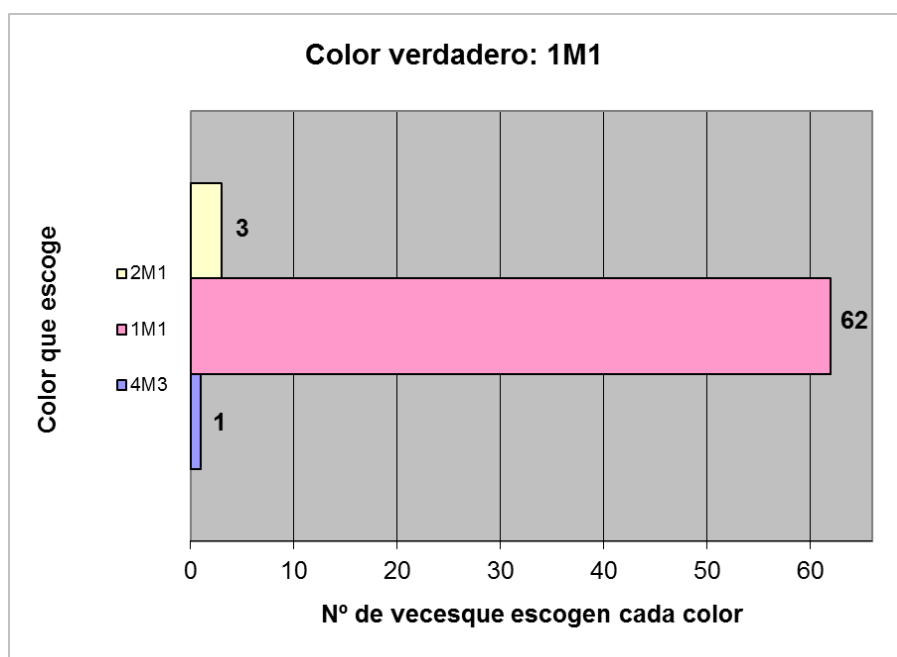


Gráfico 23. Color verdadero: 1M1

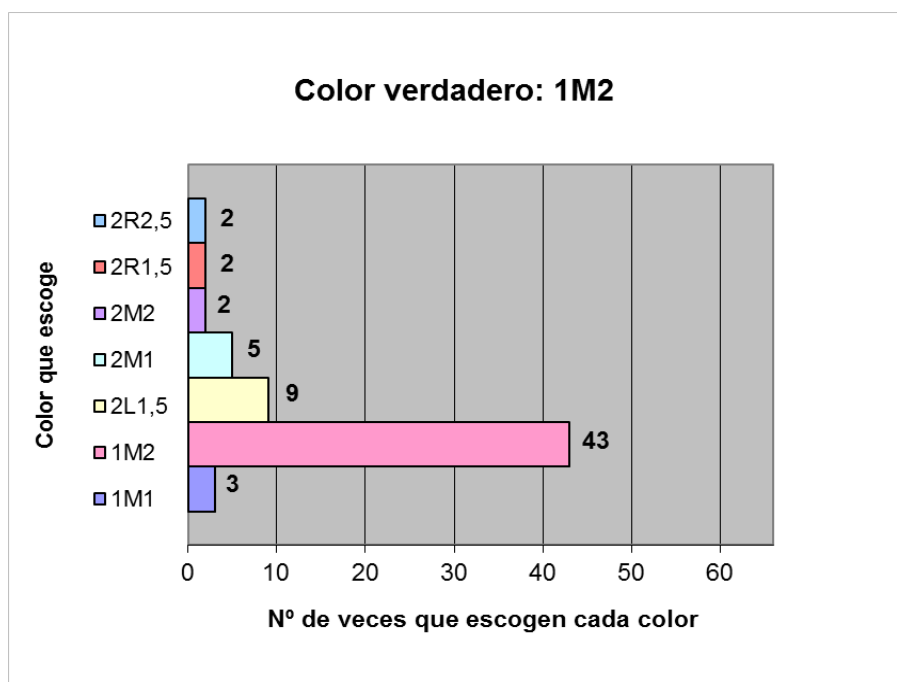


Gráfico 24. Color Verdadero 1M2

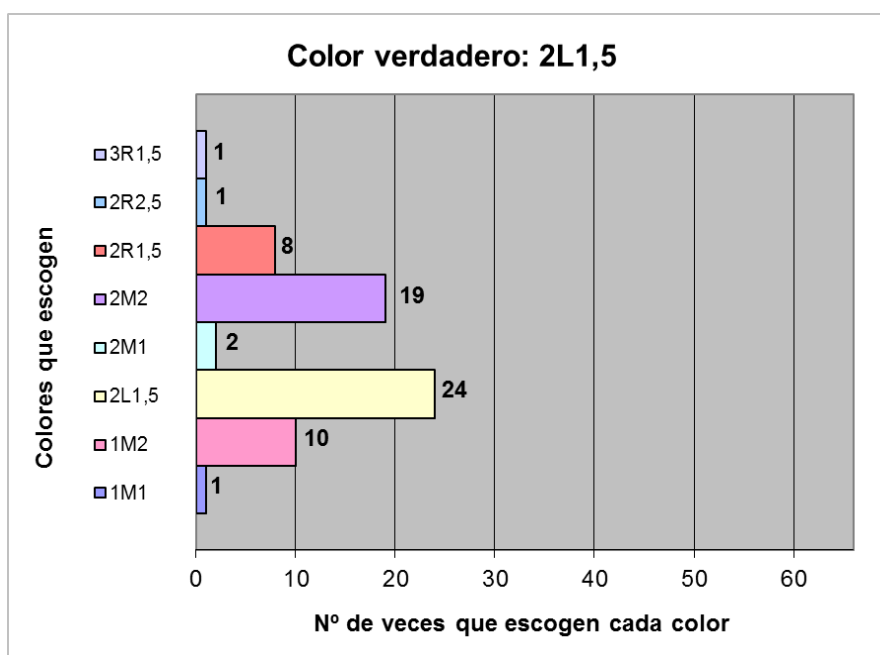


Gráfico 25. Color verdadero: 2L1,5

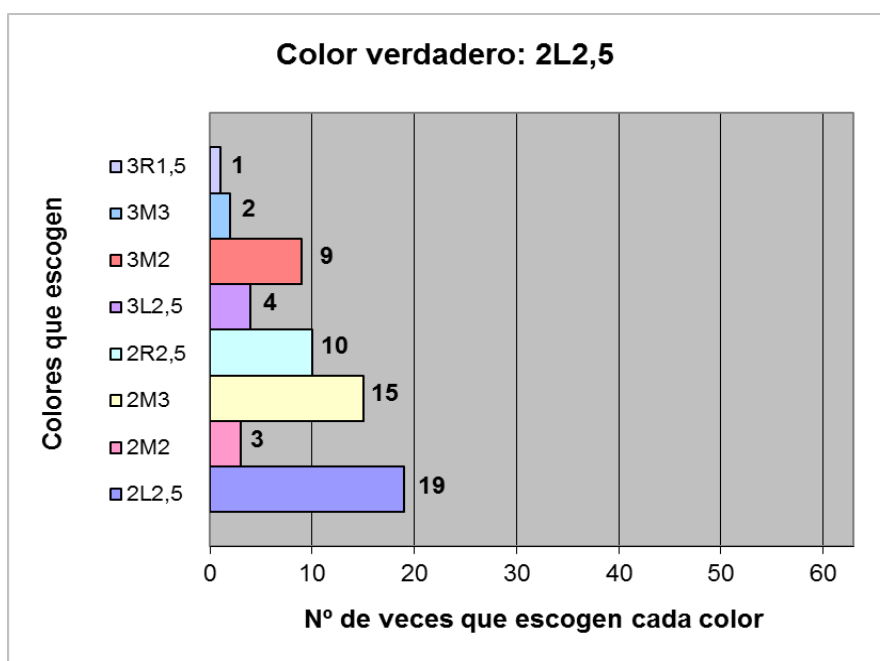


Gráfico 26. Color verdadero: 2L2,5

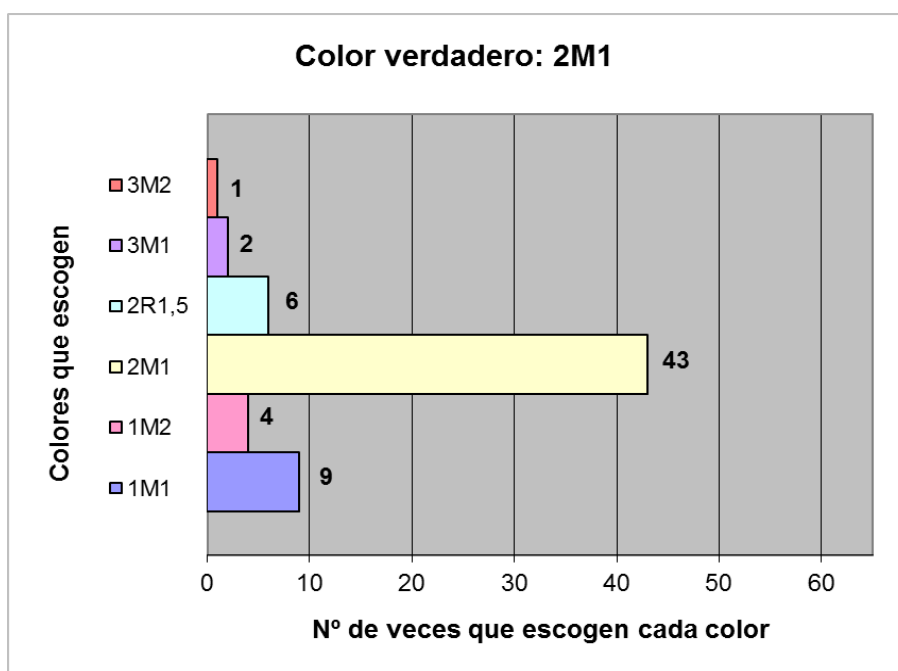


Gráfico 27. Color verdadero: 2M1

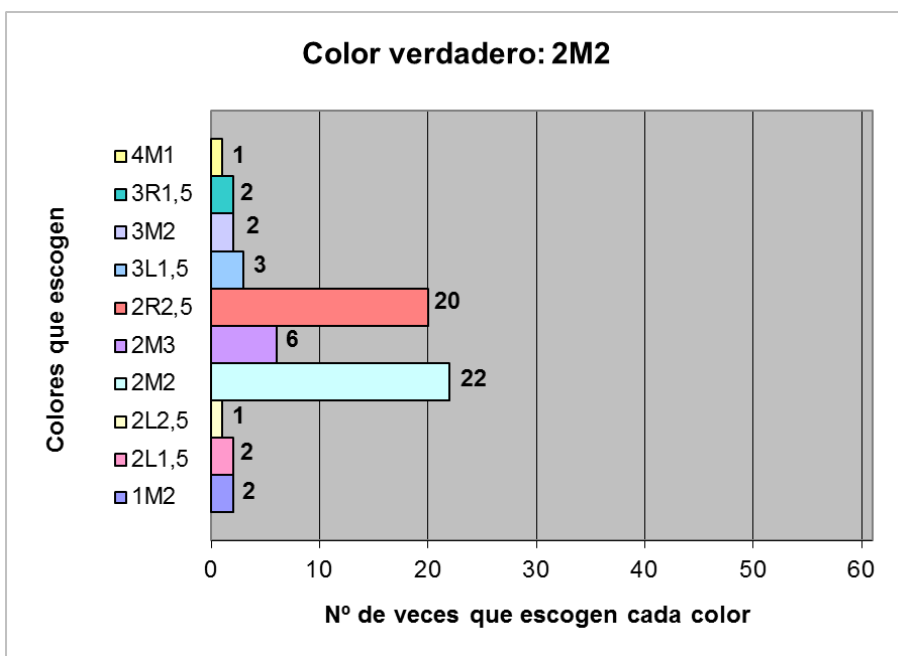


Gráfico 28. Color verdadero: 2M2

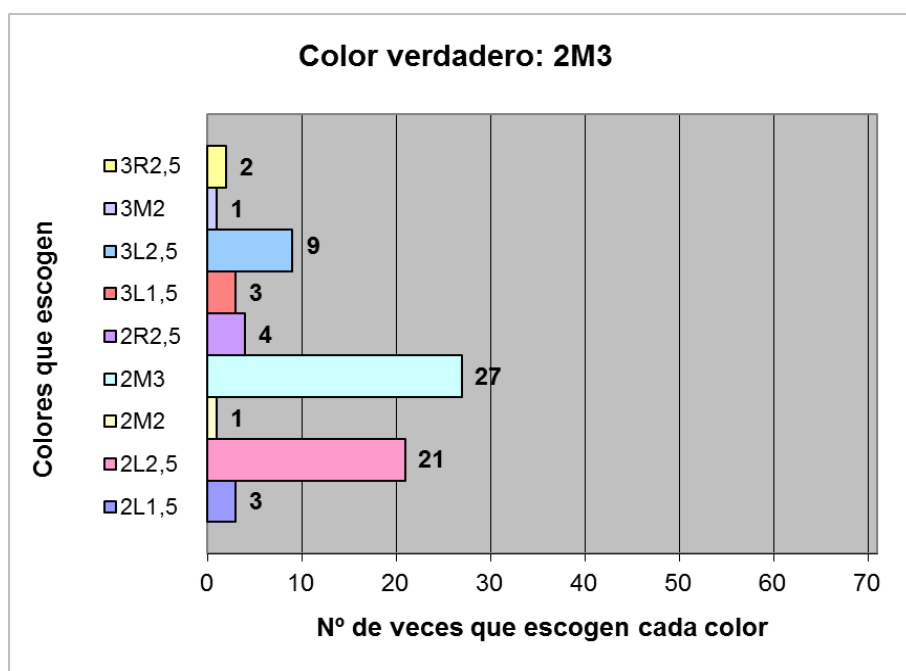


Gráfico 29. Color verdadero 2M3

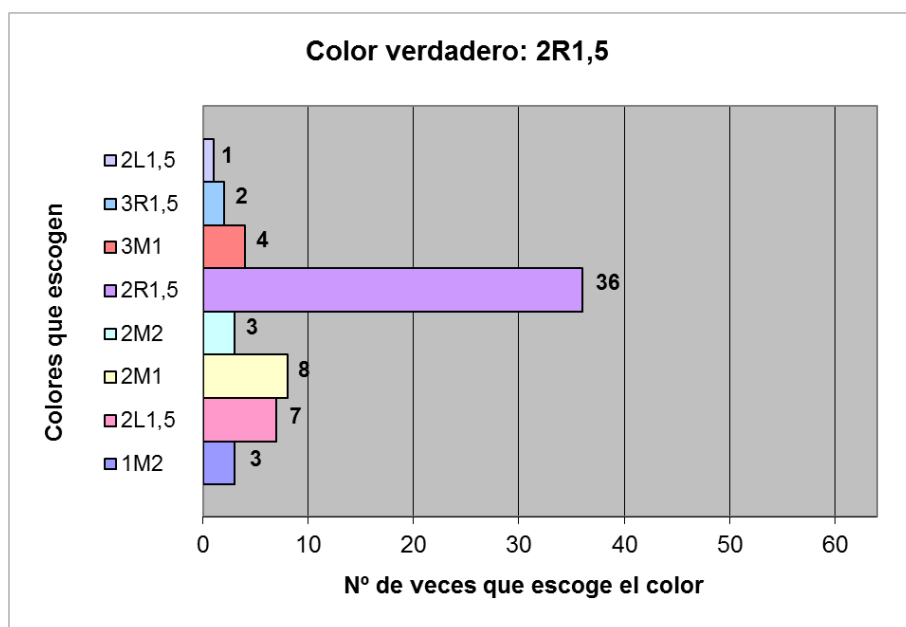


Gráfico 30. Color verdadero 2R1,5

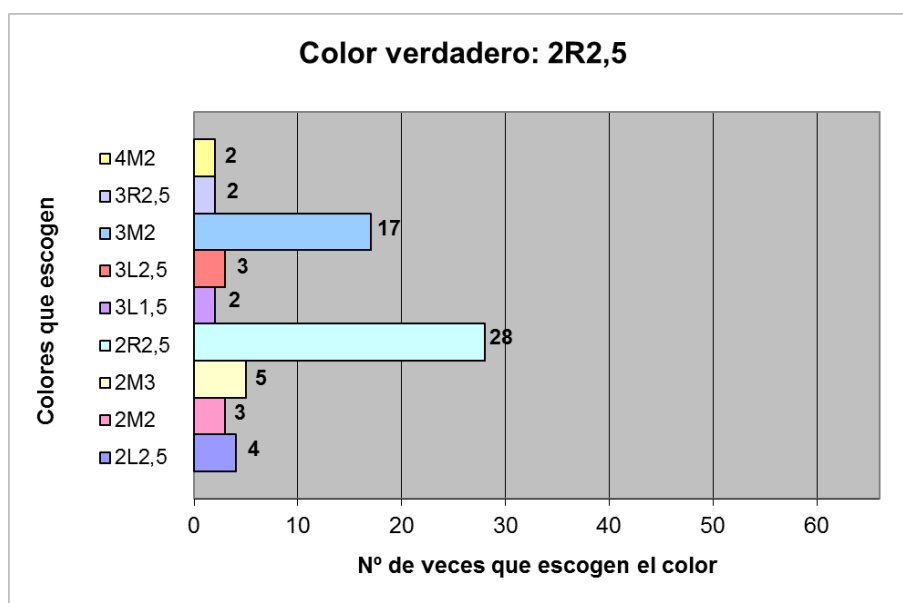


Gráfico 31. Color verdaero 2R2,5

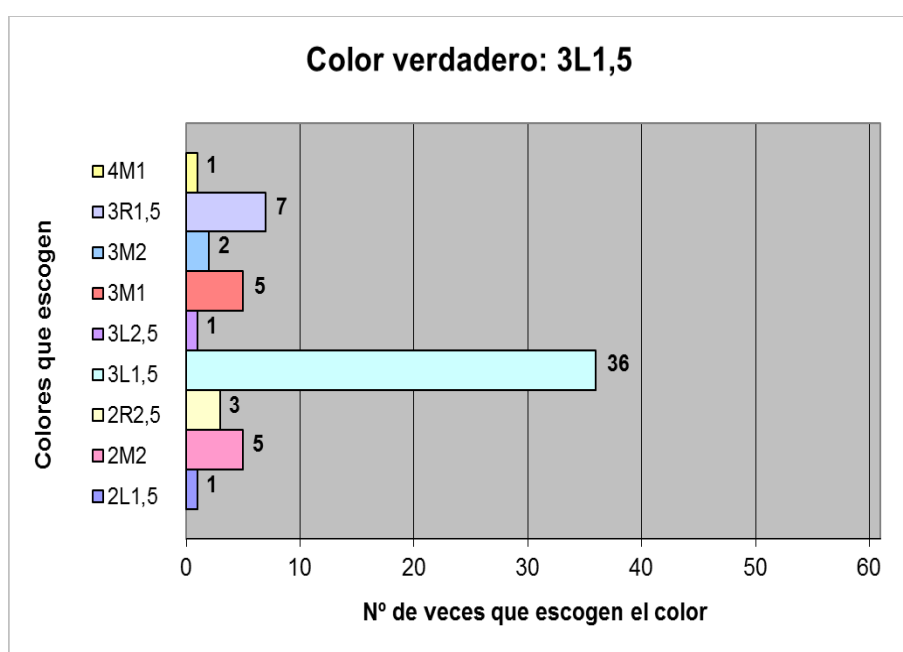


Gráfico 32. Color verdadero: 3L1,5

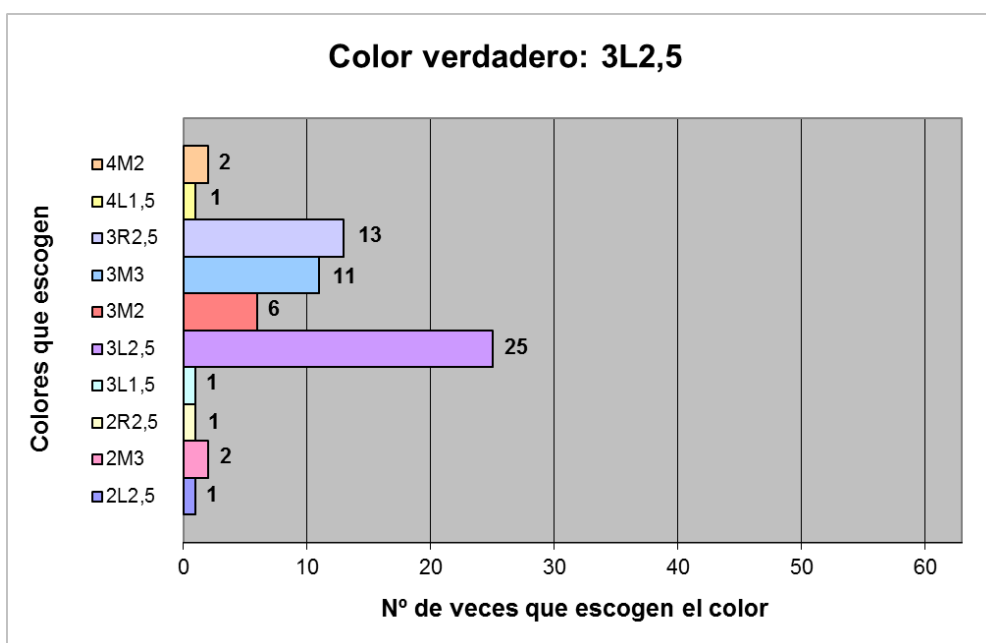


Gráfico 33. Color verdadero 3L2,5

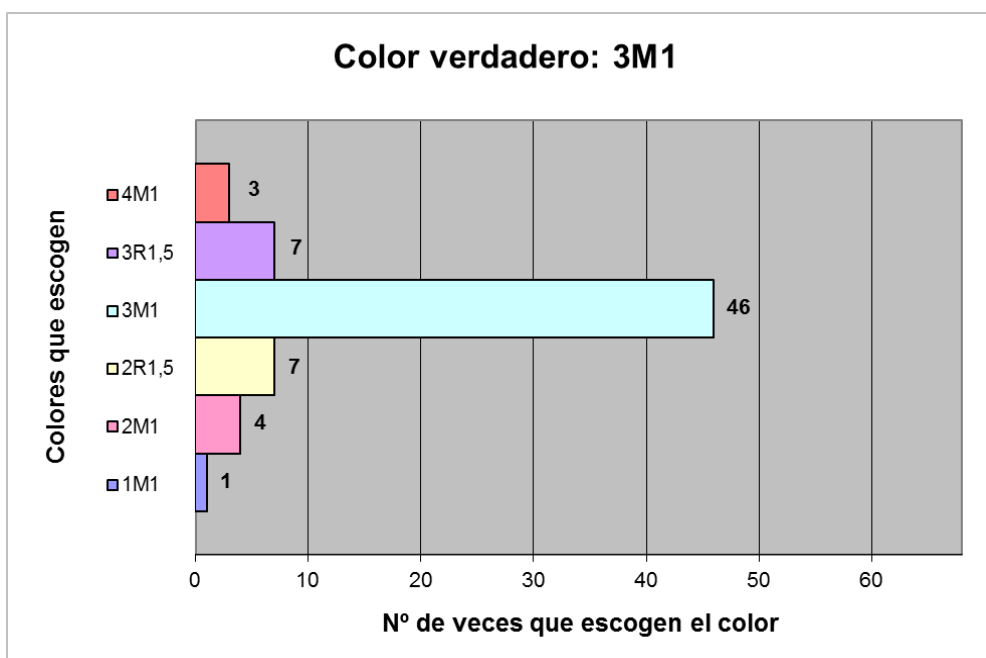


Gráfico 34. Color verdadero 3M1

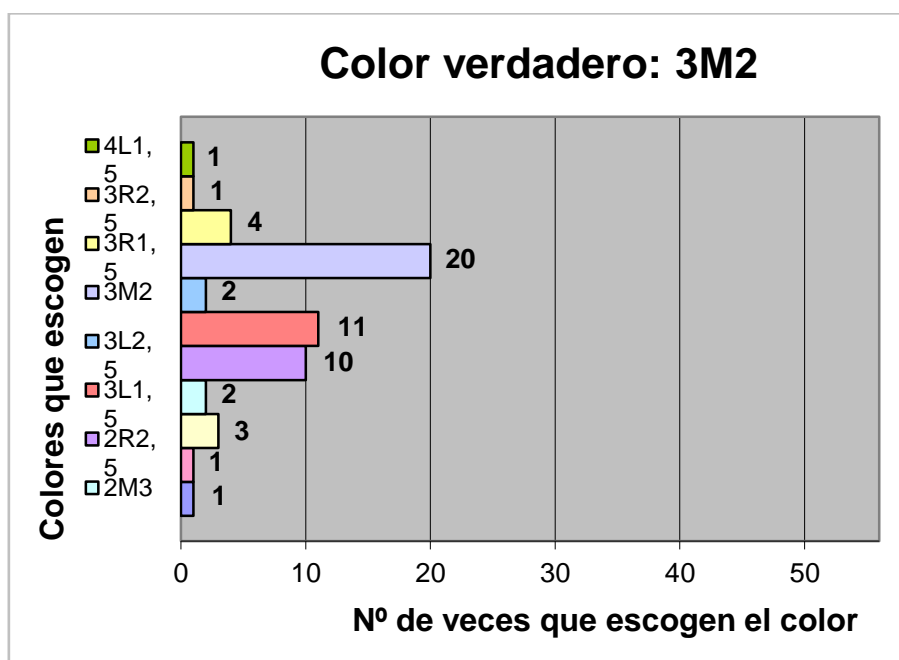


Gráfico 35. Color verdadero: 3M2

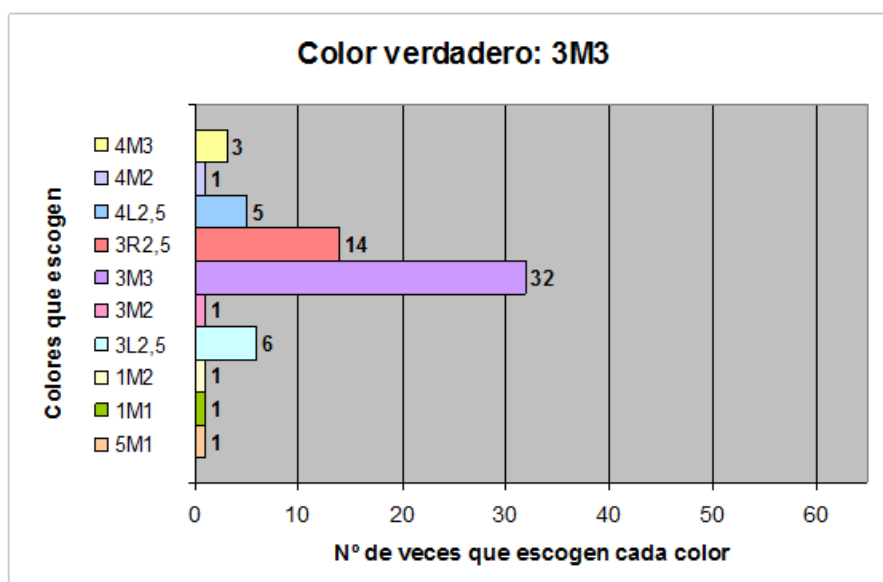


Gráfico 36. Color verdadero: 3M3

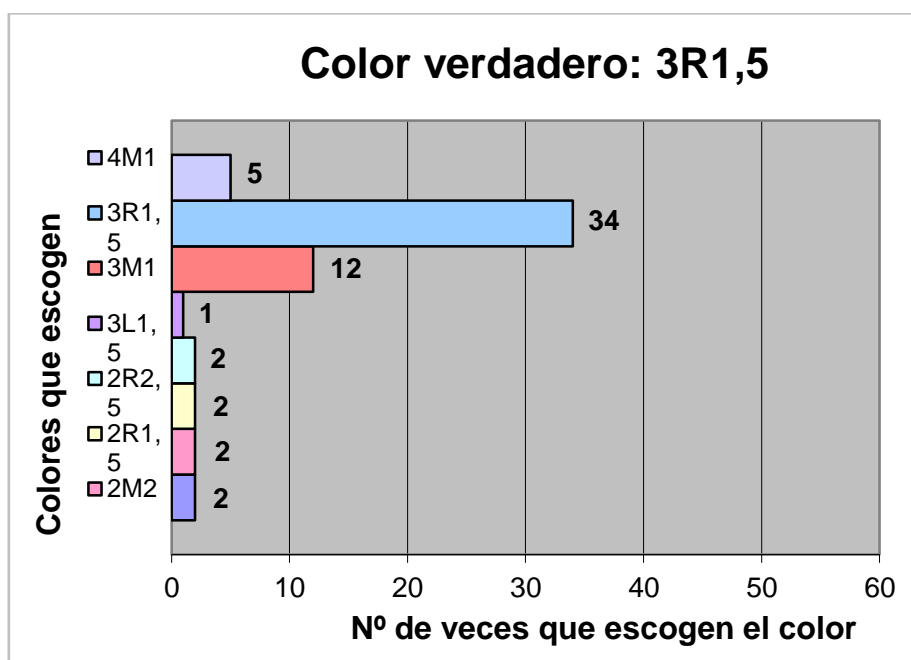


Gráfico 37. Color verdadero 3R1,5

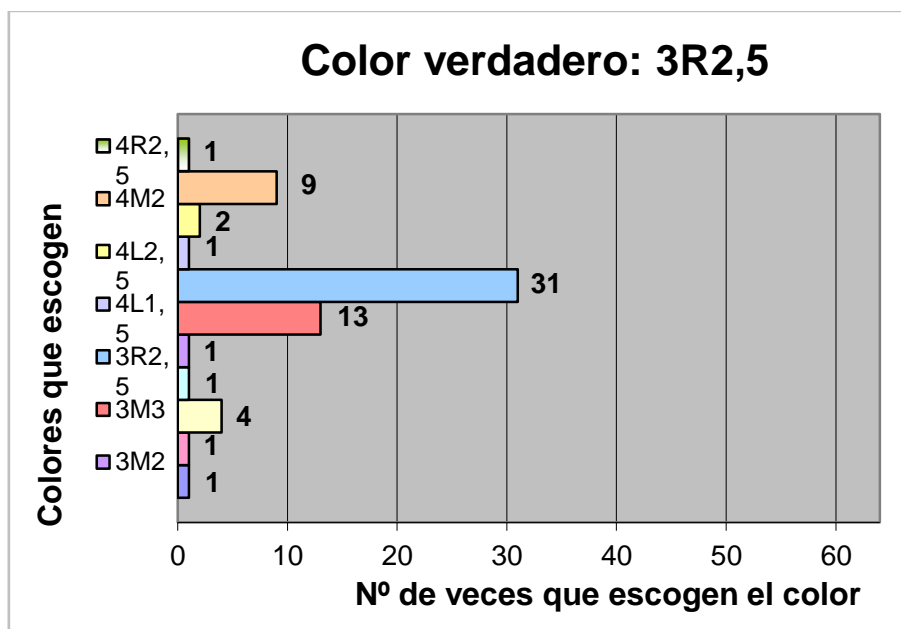


Gráfico 38. Color verdadero 3R2,5

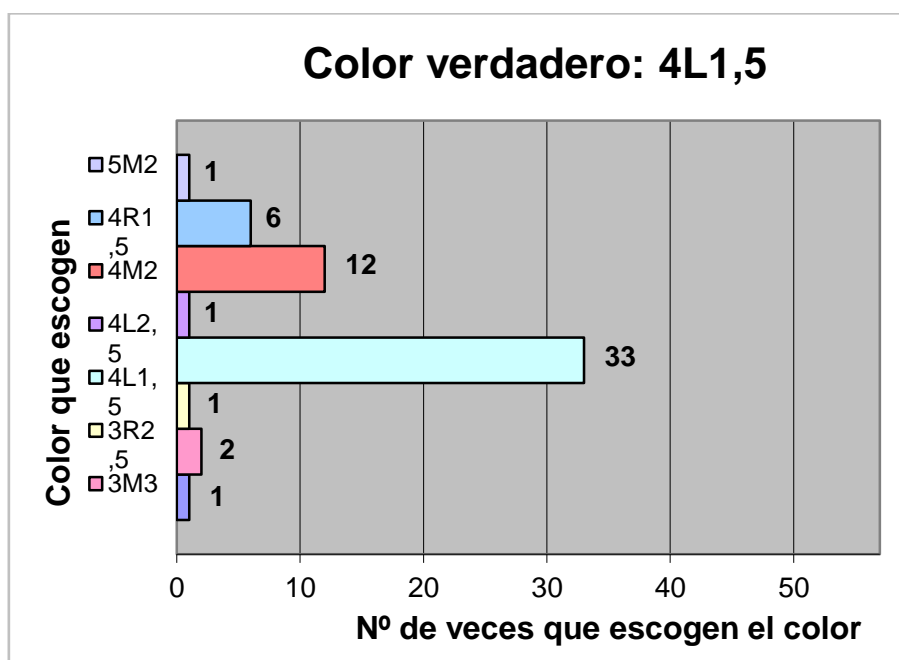


Gráfico 39. Color verdadero 4L1,5

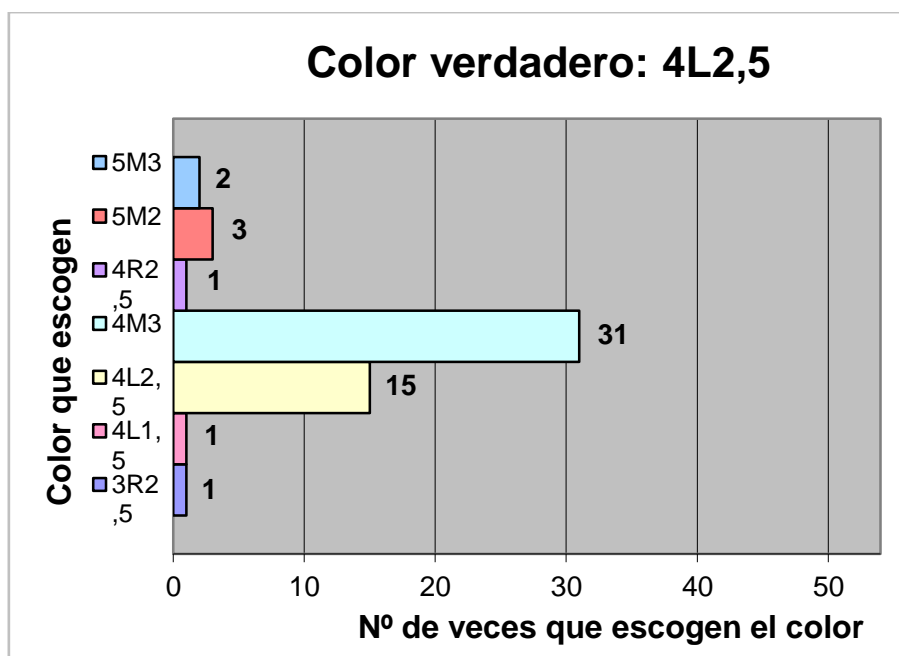


Gráfico 40. Color verdadero 4L2,5

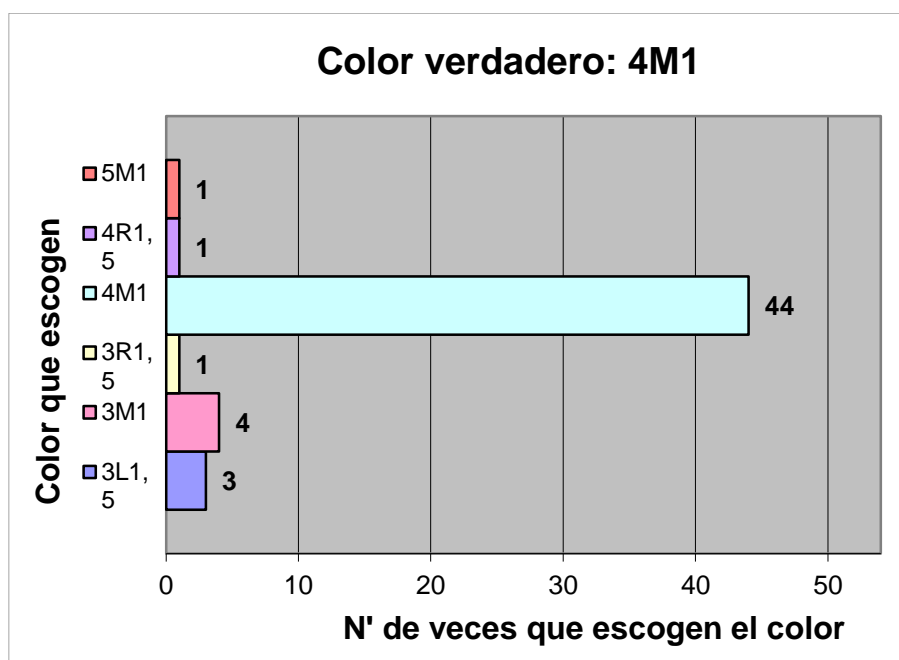


Gráfico 41. Color verdadero 4M1

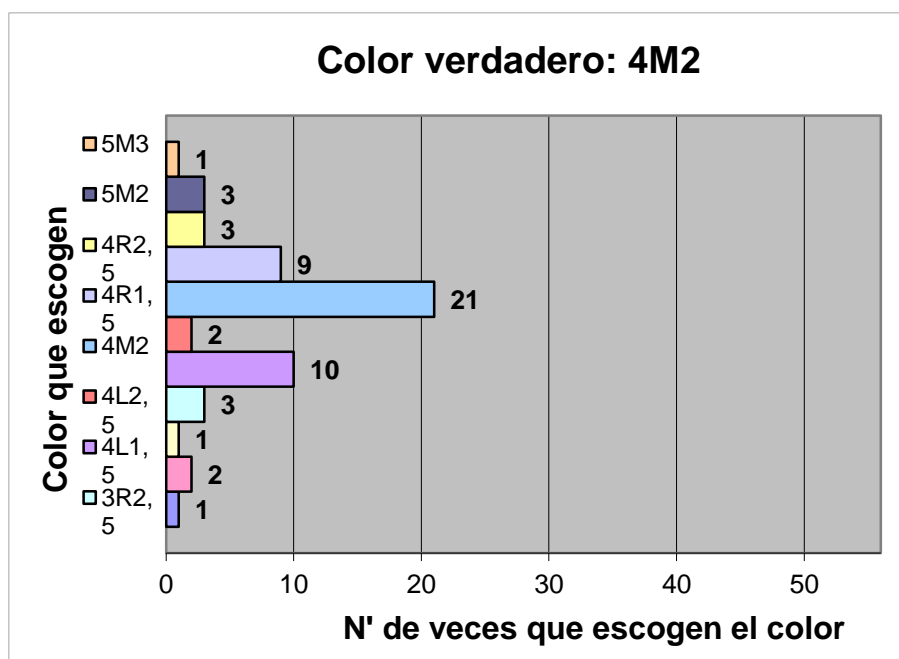


Gráfico 42. Color verdadero 4M2

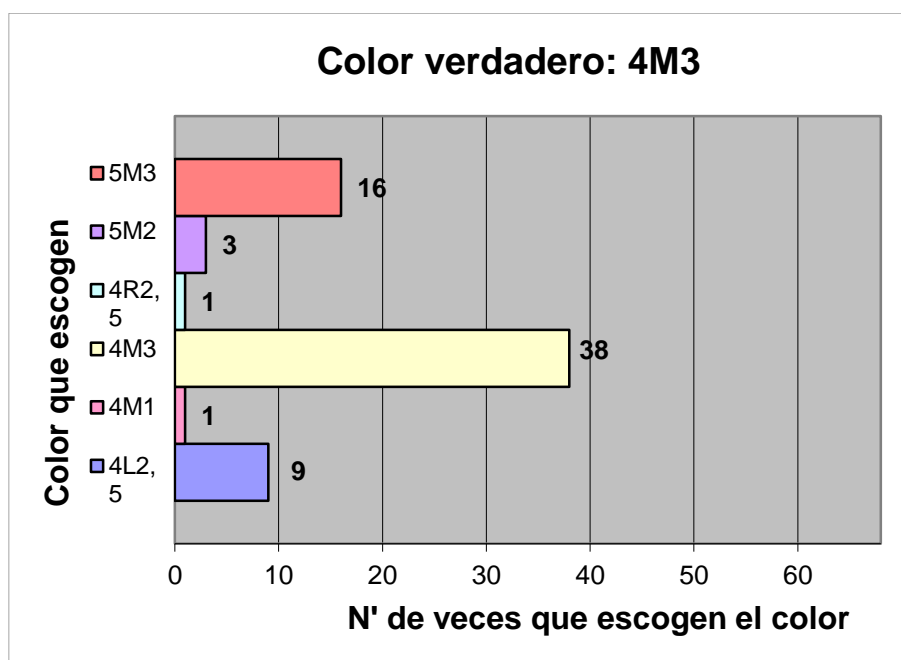


Gráfico 43. Color verdadero 4M3

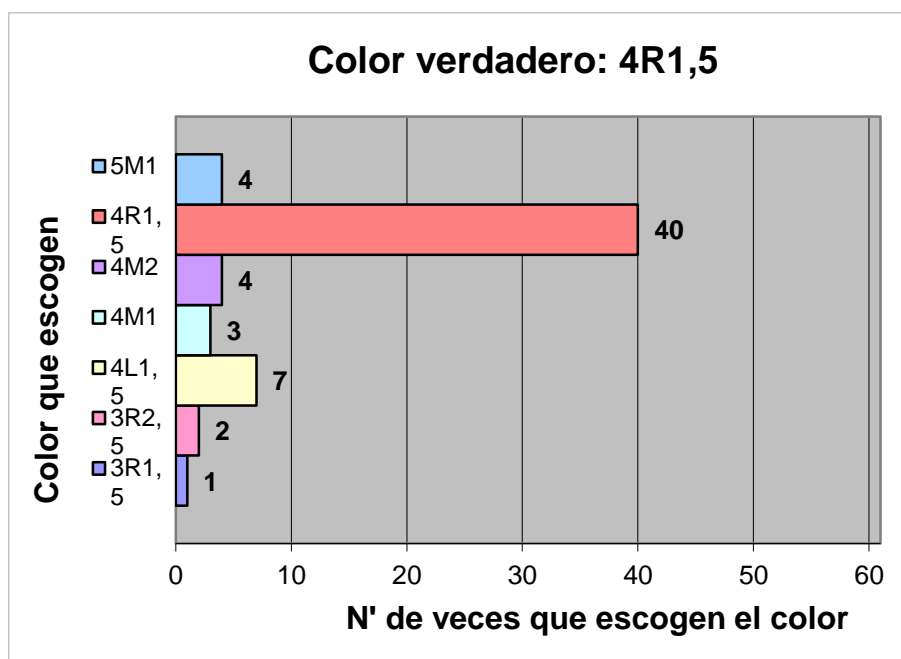


Gráfico 44. Color verdadero: 4R1,5

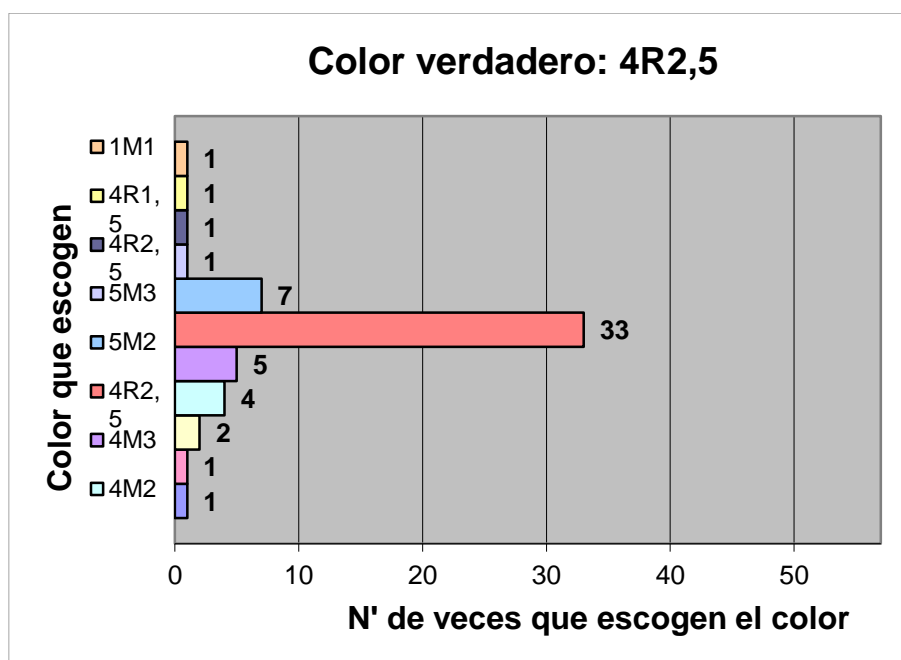


Gráfico 45. Color verdadero: 4R2,5

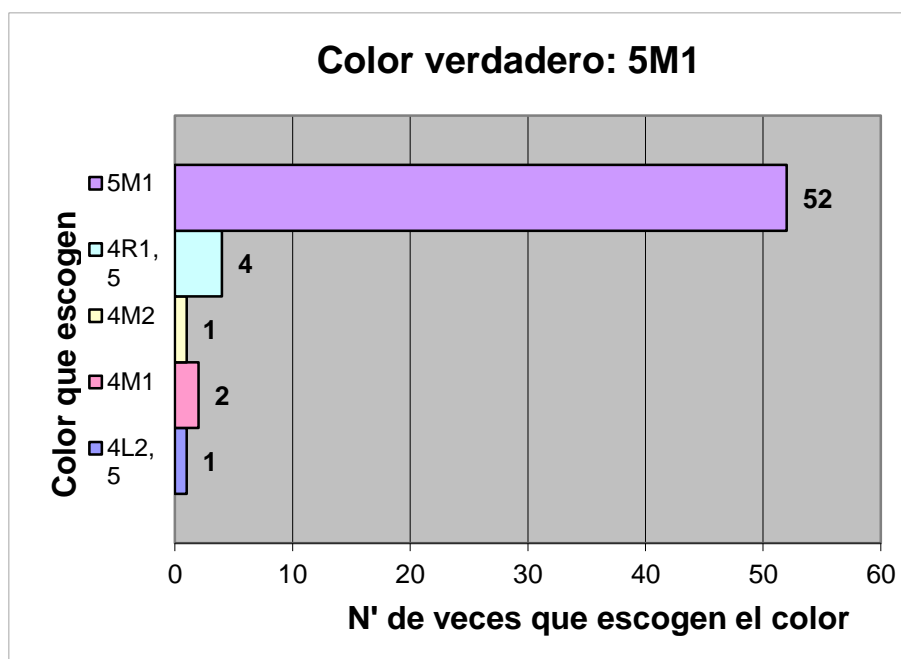


Gráfico 46. Color verdadero: 5M1

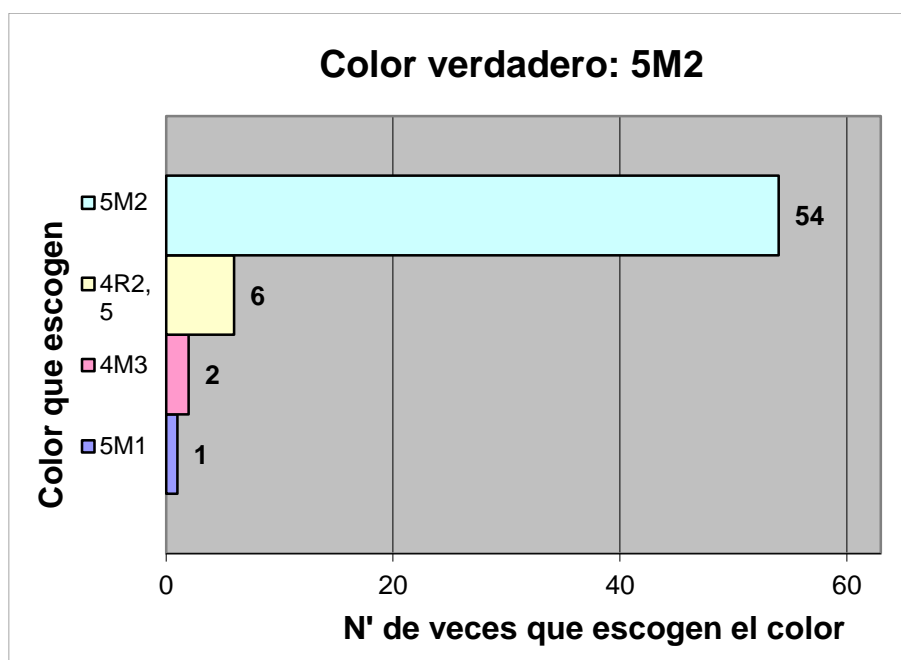


Gráfico 47. Color verdadero 5M2

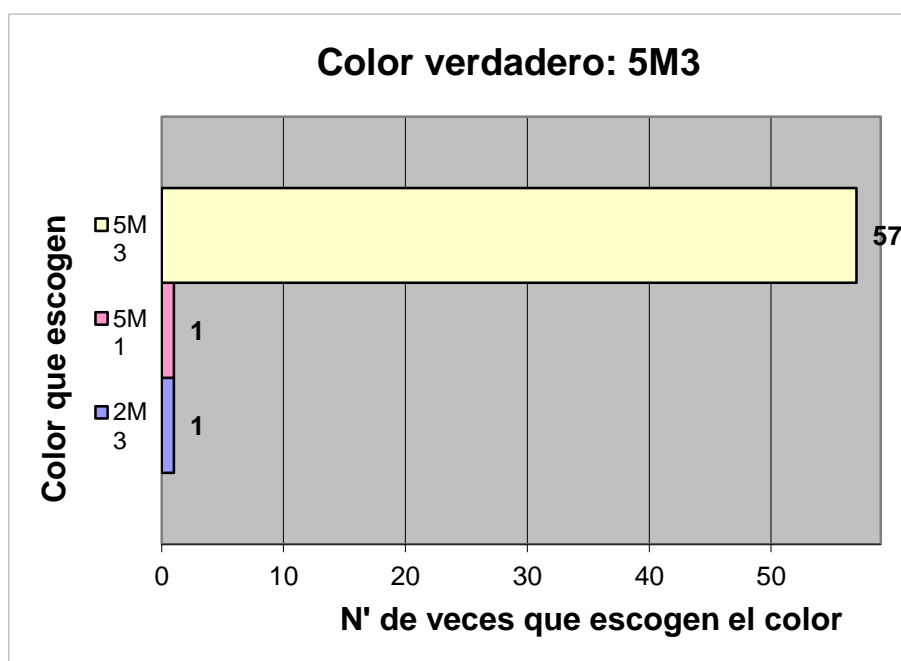


Gráfico 48. Color verdadero 5M3

5.9 COLORES MÁS Y MENOS ACERTADOS PARA CADA UNA DE LAS DIMENSIONES DEL COLOR SEGÚN EL TIPO DE LUZ.

VALOR

Los colores en los que en más ocasiones fue acertado el valor usando los diferentes tipos de luces fueron:

LUZ NATURAL + FLUORESCENTE CONVENCIONAL

5M1, 3L2,5 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

1M1 en el 95% de las ocasiones.

4L1,5 en el 94% de las ocasiones.

FLUORESCENTE CONVENCIONAL

5M3 en el 100% de las ocasiones.

2M2 en el 95% de las ocasiones.

4L1,5 en el 94% de las ocasiones.

FLUORESCENTE LUZ DÍA

4R2,5, 4L2,5, 4M2, 3L2,5, 5M2, 2M3, 3R1,5, 4M1, 2L1,5, 4L1,5, 1M1 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

2R2,5, 3M3 y 2R1,5 en el 91,66% de las ocasiones.

FLUORESCENTE DE LABORATORIO

5M3, 4M1, 1M1, 4L2,5 en el 100% de las ocasiones.

4R1,5 en el 91% de las ocasiones.

Los colores en los que en menos ocasiones fue acertado el valor usando los diferentes tipos de luces fueron:

LUZ NATURAL + FLUORESCENTE CONVENCIONAL

3M2 en el 57% de las ocasiones.

2R2,5 en el 61% de las ocasiones

2L2,5 en el 60% de las ocasiones.

FLUORESCENTE CONVENCIONAL

2R2,5 en el 47% de las ocasiones.

1M2 en el 66% de las ocasiones.

2M3 en el 68% de las ocasiones.

FLUORESCENTE LUZ DÍA

3M2 en el 55,5% de las ocasiones.

3R2,5 en el 69% de las ocasiones.

2M2 en el 70% de las ocasiones.

FLUORESCENTE DE LABORATORIO

2R2,5 en el 41,6% de las ocasiones.

4M3 en el 57% de las ocasiones.

3R1,5 en el 58% de las ocasiones.

TINTE

Los colores en los que en más ocasiones fue acertado el tinte usando los diferentes tipos de luces fueron:

NATURAL + FLUORESCENTE CONVENCIONAL

5M1, 1M1 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

2M1 en el 94% de las ocasiones.

4M1 en el 90% de las ocasiones.

FLUORESCENTE CONVENCIONAL

1M1 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

2M1 en el 91% las ocasiones.

5M2 en el 90% las ocasiones.

FLUORESCENTE LUZ DÍA

5M2, 4M3, 4M1, 1M1, 5M3 en el 100% de las ocasiones.

4R2,5, 1M2 y 2M1 88,88% de las ocasiones.

5M1 en el 87% de las ocasiones.

FLUORESCENTE DE LABORATORIO

1M1 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

5M1 en el 92% de las ocasiones.

2M1 en el 87,5% de las ocasiones.

Los colores en los que en menos ocasiones fue acertado el tinte usando los diferentes tipos de luces fueron:

LUZ NATURAL + FLUORESCENTE

2L2,5 en el 35% de las ocasiones.

3M2 en el 36% de las ocasiones.

2M3 en el 38% de las ocasiones.

FLUORESCENTE CONVENCIONAL

4L2,5 en el 26% de las ocasiones.

2R2,5 en el 28% de las ocasiones.

3L2,5 en el 29% de las ocasiones.

FLUORESCENTE LUZ DÍA

4L2,5 en el 33% de las ocasiones.

2L2,5 y 2M2 en el 50% de las ocasiones.

2L1,5 y 3M2 en el 55% de las ocasiones.

FLUORESCENTE LABORATORIO

4L2,5 en el 11% de las ocasiones.

2L2,5 en el 23% de las ocasiones.

2L1,5 en el 25% de las ocasiones.

INTENSIDAD

Los colores en los que en más ocasiones fue acertada la intensidad usando los diferentes tipos de luces fueron:

LUZ NATURAL + FLUORESCENTE

5M1, 1M1 y 5M3 en el 100% de las ocasiones.

4M1 en el 90% de las ocasiones.

FLUORESCENTE

1M1 en el 100% de las ocasiones.

5M3 en el 94,7% de las ocasiones.

4M1 en el 89,4% de las ocasiones.

FLUORESCENTE LUZ DÍA

5M2, 4M3, 4M1, 1M1 EN EL 100% de las ocasiones.

5M3 en el 92% de las ocasiones.

2R2,5 en el 91,6% de las ocasiones.

FLUORESCENTE LABORATORIO

5M3 en el 100% de las ocasiones.

1M1 en el 91,6% de las ocasiones.

4M1 en el 85,7% de las ocasiones.

Los colores en los que en menos ocasiones fue acertada la intensidad usando los diferentes tipos de luces fueron:

NATURAL + FLUORESCENTE

2M2 en el 31% de las ocasiones.

2M3 en el 34% de las ocasiones.

3M2 y 4M2 36,8% de las ocasiones.

FLUORESCENTE CONVENCIONAL

2M3 en el 28% de las ocasiones.

4L2,5 en el 30% de las ocasiones.

2R2,5 en el 33% de las ocasiones.

FLUORESCENTE LUZ DÍA

4L2,5 en el 33% de las ocasiones.

2M2 en el 50% de las ocasiones.

2L1,5 y 3M2 en el 55% de las ocasiones.

FLUORESCENTE LABORATORIO

4L2,5 en el 11% de las ocasiones.

4M2 en el 25% de las ocasiones.

2L1,5 y 4R2,5 en el 33% de las ocasiones.

Los colores que se obtuvieron una mayor media de la puntuación total del con cada tipo de luz fueron:

LUZ NATURAL + FLUORESCENTE

5M1 y 5M3 con una media de aciertos de 3 sobre 3.

1M1 con una media de aciertos de 2,95 sobre 3.

5M2 con una media de aciertos de 2,64 sobre 3.

FLUORESCENTE CONVENCIONAL

5M3 con una media de aciertos de 2,94 sobre 3.

1M1 con una media de aciertos de 2,92 sobre 3.

5M1 con una media de aciertos de 2,60 sobre 3.

FLUORESCENTE LUZ DÍA

5M2, 4M1, 1M1 con una media de aciertos de 3 sobre 3.

5M3 con una media de aciertos de 2,92 sobre 3.

4R2,5 con una media de aciertos de 2,77 sobre 3.

FLUORESCENTE DE LABORATORIO

5M3 con una media de aciertos de 3 sobre 3.

1M1 con una media de aciertos de 2,91 sobre 3.

4M1 con una media de aciertos de 2,71 sobre 3.

Los colores que se obtuvieron una menor media de la puntuación total del con cada tipo de luz fueron:

LUZ NATURAL + FLUORESCENTE

3M2 con una media de aciertos de 1,31 sobre 3.

4M2 con una media de aciertos de 1,52 sobre 3.

2L2,5 con una media de aciertos de 1,55 sobre 3.

FLUORESCENTE CONVENCIONAL

2R2,5 con una media de aciertos de 1,09 sobre 3.

2M3 con una media de aciertos de 1,24 sobre 3.

4L2,5 con una media de aciertos de 1,42 sobre.

FLUORESCENTE LUZ DÍA

3M2 y 4L2,5 con una media de aciertos de 1,66% sobre 3.

2M2 con una media de aciertos de 1,70 sobre 3.

2L2,5 con una media de aciertos de 1,87 sobre 3.

FLUORESCENTE LABORATORIO

4L2,5 con una media de aciertos de 1,22 sobre 3.

2L1,5 y 4M2 con una media de aciertos de 1,25 sobre 3.

2L2,5 con una media de aciertos de 1,38 sobre 3.

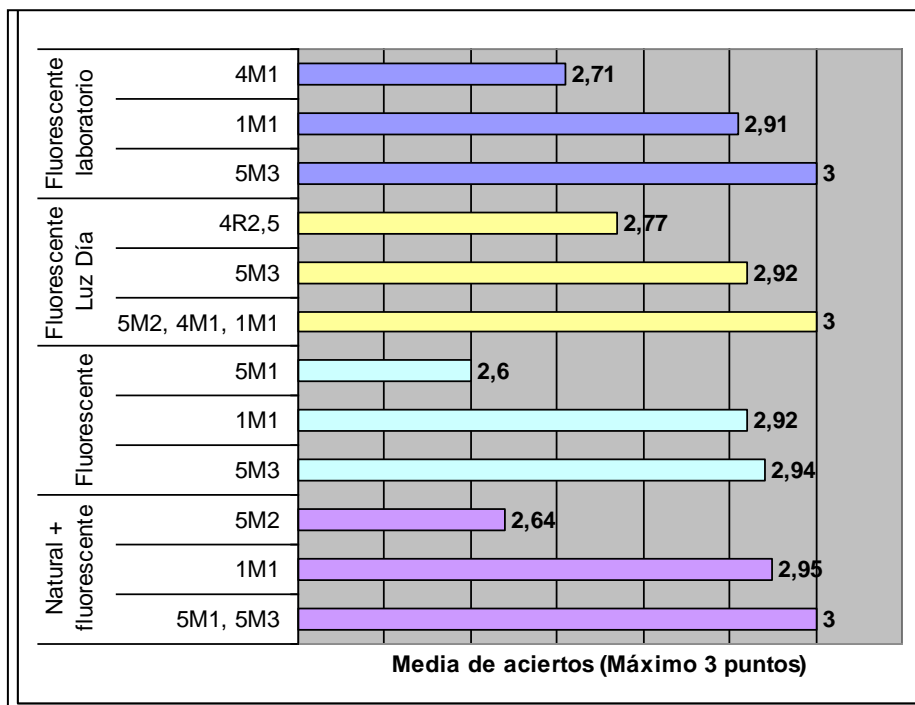


Gráfico 49. Media de la puntuación total de los colores más acertados con cada tipo de luz.

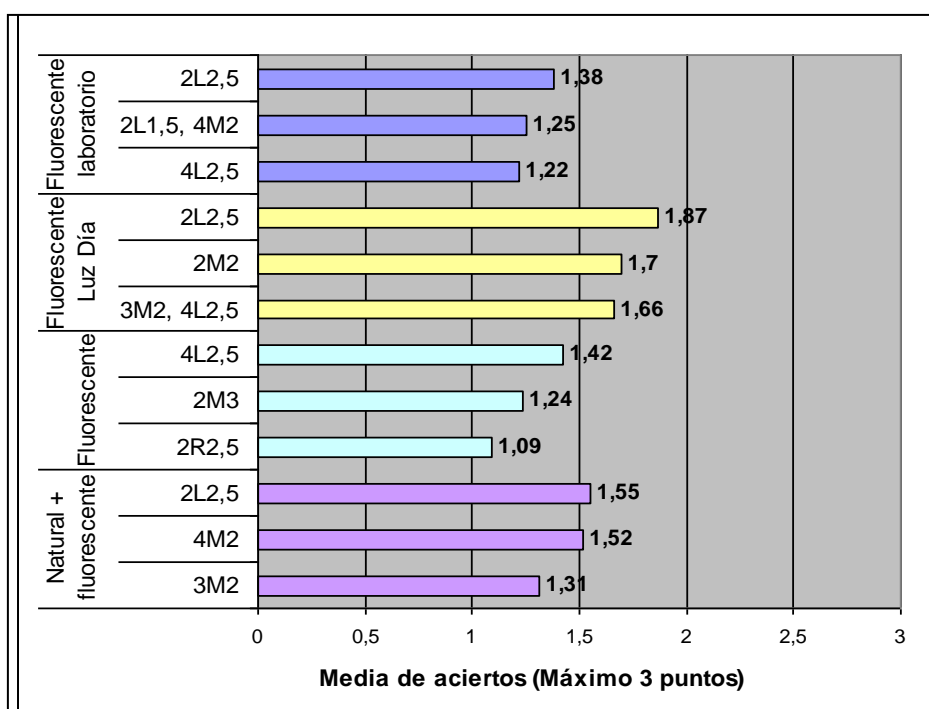


Gráfico 50. Media de la puntuación total de los colores menos acertados con cada tipo de luz.

DISCUSIÓN

6. DISCUSIÓN

Tal y como el estudio de la física ha demostrado durante toda la historia, la percepción del color es un hecho intrínsecamente ligado a la luz que nos permite discernir un color de otro, es decir, sin la luz, no existe ningún color, y por tanto, la composición de la luz usada en un determinado momento es determinante a la hora de distinguir un color de otro.

Sabemos que el fenómeno de la percepción del color es una respuesta psicofísica a la interacción física de la energía luminosa con un objeto y la experiencia subjetiva individual del observador. Por tanto, son tres los factores que pueden influir en la percepción del color: la fuente luminosa, el objeto iluminado y el observador. La fuente luminosa va a emitir energía radiante en un rango determinado de longitudes de onda, y este hecho está caracterizado por la cantidad de energía emitida por cada longitud de onda del espectro visible. Por tanto, la fuente de luz que ilumina un objeto afectará a la percepción de ese objeto que nosotros tengamos.

6.1 TESTS DE DETECCIÓN DE ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR

Numerosos autores han considerado también como criterio de exclusión para la realización de su estudio la presencia de alteraciones en la percepción del color, y al igual que en la realización de esta tesis, han utilizado el Test de Ishihara para diagnosticar las mismas^{125,141,142,143,144,145}. Jaju y cols.¹⁴⁶ utilizan el test de Neitz para localizar las anomalías en la percepción del color. Presenta la ventaja con respecto al test de Ishihara de que además de diagnosticar anomalías en la percepción del color en el eje rojo-verde, también lo hace en el eje azul amarillo. Block y cols.¹⁴⁷ realizaron un estudio en el cual compararon la eficacia en el uso de ambos test para la detección de anomalías en la percepción del color. El test de Neitz está indicado para grandes grupos de niños o adultos y puede ser realizado tanto bajo luz fluorescente como bajo luz día¹⁴⁸. Los resultados del estudio de Block y cols.¹⁴⁷ muestran que tiene una elevada sensibilidad y especificidad y un valor predictivo positivo moderado. Presenta un problema cuando es utilizado en adultos ya que la confusión que produce el uso de figuras puede conducir a un diagnóstico inexacto. Según los autores, el test de Ishihara presenta una elevada sensibilidad y especificidad y un valor predictivo positivo y continúa siendo el test de elección para la detección de las alteraciones en la percepción del color. El test de Ishihara contiene láminas para diferenciar la protanomalia de la deuteranomalia. Carecen de láminas para detectar las anomalías congénitas de tipo tritán. Éstas presentan una escasa incidencia en la población (0,003%) presentándose únicamente la pérdida total de receptores en un 0,002 de los hombres y un 0,001% de las mujeres, y no habiéndose hallado ningún caso de alteración de los mismos. De esta manera justificamos el uso del test de Ishihara para la discriminación de los participantes que presentaban alteraciones en la percepción del color¹⁴⁹.

6.2 TIPO DE LUZ

Durante muchos años, se ha dicho que el color dental debe ser elegido con luz natural, que provenga de una ventana orientada al norte, al medio día en un día despejado. No se ha tenido en cuenta la inestabilidad del espectro de la luz natural a lo largo del año y la hora del día, según la localización geográfica de nuestra consulta y el problema que supone el tener que atenernos a unas condiciones tan concretas dependientes de la climatología para poder desarrollar nuestro trabajo cotidiano. Las empresas dedicadas al estudio y fabricación de fuentes de iluminación, tratan de reproducir mediante sus sistemas de iluminación el espectro de luz que se produce en un día con las condiciones ideales de iluminación necesarias para la toma de color, esto es, un tipo de luz cuyo espectro esté repartido de manera equitativa para cada longitud de onda, para poder generar una luz en la cual todas las longitudes de onda del espectro visible se encuentren en similar proporción, que es lo que ocurre en la naturaleza cuando se dan las condiciones ya citadas. En los últimos años, diversos autores^{124,125,141,142,143,144,145,150,151,152,153,154,155} se han interesado por la parte física ligada a la elección del color dental, profundizando en el tema de los sistemas de iluminación más adecuados y fiables para realizar la toma del color dental. Para la realización de esta trabajo de investigación hemos elegido cuatro tipos de luces diferentes, que son las que consideramos más comúnmente usadas por los profesionales para la determinación del color dental y se han comparado los resultados obtenidos bajo cada una de ellas. Las luces elegidas fueron las siguientes: ***luz natural junto con luz fluorescente convencional, sólo luz fluorescente convencional, fluorescente de laboratorio y fluorescente de luz día TLD 90/65 de Philips.*** Todas estas luces se encuentran presentes en las clínicas de la facultad de odontología de la U.C.M. Martínez Vázquez de Parga JA, Celemín A y Valor M, pertenecientes al grupo de investigación del color del Departamento de Estomatología I de la U.C.M., realizaron paralelamente a esta tesis un estudio acerca de las condiciones de iluminación en los boxes de las clínicas de la Facultad de Odontología de la U.C.M. que actualmente se encuentra en trámites de publicación. Se realizaron las mediciones usando el mismo luxómetro utilizado para medir la intensidad de la luz que se usó para la realización de este trabajo de investigación y siguiendo los mismos criterios en cuanto a su manipulación. En este estudio se obtuvo como resultado que ***de los boxes iluminados únicamente con luz fluorescente convencional (el 50% del total de los boxes), sólo el 30,56% cumplían los requisitos de iluminación ambiental publicados en el BOE***, en la Normativa de Alumbrado para Interiores (UNE-EN 12464-1: 2003)(BOE 2003)^{77,78} establecidos con la finalidad de crear ambientes adecuados para la realización de las distintas actividades. En el epígrafe anteriormente citado se recomienda que la iluminación ambiental en la clínica dental debe ser superior a 500 luxes y que la intensidad lumínica ideal para realizar la toma de color en odontología es de 807 a 2690 luxes^{93,96,102}. El **63,33%** de los boxes iluminados con luz natural y luz fluorescente convencional presentaron una iluminación ambiental superior a 500 luxes, mientras que el **66,67%** de los boxes iluminados únicamente con fluorescentes de luz día presentaron valores superiores a 500 luxes. En este punto podríamos pensar que, según los datos descritos hasta el momento, porqué no seguir utilizando una mezcla de luz natural proveniente del sol junto con cualquier tipo de fluorescente para

la determinación del color. Las diferencias entre los distintos tipos de luces surgen mayoritariamente en lo que a temperatura de color de dichas luces se refiere, es decir, las longitudes de onda de las que están compuestas cada una de ellas, y que por tanto, serán reflejadas por los dientes. En este punto surgen las diferencias condicionantes del éxito en la elección del color. **La temperatura de color** ambiental obtenida en los boxes iluminados con luz natural y fluorescente convencional fue de **3775°K**, y al añadir la luz del equipo, permanecía prácticamente invariable (3583° K). En los boxes iluminados únicamente por fluorescentes convencionales, la temperatura de color ambiental fue de **3551°K** y al añadir la luz del equipo fue de 3325°K. La diferencia se torna significativa al realizar la medición de la temperatura de color en los boxes iluminados con fluorescentes de **luz día**, en los cuales, la temperatura de color ambiental resultó ser de **5085°K**, mientras que al añadir la **luz del equipo** disminuyó a **4016°K**. A pesar de que al utilizar la luz del equipo aumenta considerablemente la cantidad de iluminación (luxes), la calidad de la luz no es la adecuada para realizar la toma de color, ya que la luz de los equipos dentales es halógena, que a pesar de estar formadas por vidrio de cuarzo no pueden alcanzar temperaturas superiores, aún con uso de ventiladores, a 3200°K^{134,137,156}. Los fluorescentes de luz día TLD 90/65 de Philips presentan una temperatura de color de 6500° K. En el estudio citado anteriormente, tanto la temperatura de color como la luminosidad fueron medidas a una distancia de 1 metro sobre el suelo y a 1 metro de separación entre el cabezal del sillón y la luz del equipo, por eso el valor de temperatura de color obtenido es menor que el que se obtiene al tomarla junto a la fuente emisora de luz, ya que según nos alejamos, tanto la intensidad de la luz como su temperatura de color van disminuyendo, ya que se incorporan longitudes de onda provenientes de las paredes. Diferentes autores han analizado el efecto que tiene el uso de diferentes tipos de luminarias sobre la determinación del color dental. En el estudio de Corcodel y cols¹⁴¹ se determinó el color bajo luz natural y usando fluorescentes con espectro de luz día. Al igual que en esta tesis, se obtuvo como resultado que usando luz proveniente de fluorescentes de luz día se conseguía un mayor número de resultados positivos en la determinación del color. Curd y cols¹²⁵, comparan el éxito obtenido al realizar la toma del color usando luz natural y usando el dispositivo Demetrion Shade Light¹⁵⁷. Este dispositivo emite una luz blanca con temperatura de color de 6500°K y 1600 luxes de intensidad lumínica¹⁵⁰. Al igual que en los resultados obtenidos tras la realización de esta tesis, al usar una fuente luminosa que contiene de manera constante todas las longitudes de onda del espectro visible, se logró un mayor número de aciertos. Por el contrario, Murillo y cols¹⁵¹, realizaron un estudio en el que participaron 20 odontólogos que debían determinar el color usando la lámpara convencional de tungsteno-halógena del equipo y el dispositivo Demetrion Shade Light, concluyendo que el tipo de luz no es un factor determinante en la elección del color. El tamaño muestral de este estudio es escaso comparado con el tamaño muestral del estudio de Curd y cols. en el que participaron 216 estudiantes de odontología¹²⁵. El estudio de Corcodel y cols¹⁴¹, aunque no utilizó expresamente el dispositivo previamente mencionado, utilizó fluorescentes D65, que emite luz con temperatura de color de 6500°K, al igual que el dispositivo Demetrion Shade Light y fue realizado con un tamaño muestral (n=29) similar al estudio de Murillo y cols¹⁵¹, obteniendo Corcodel y cols.¹⁴¹ resultados

significativamente favorables hacia el uso de este tipo de luminarias para la elección del color dental. Jasivenicius y cols.¹⁴², también utilizan en su estudio el dispositivo Demetron Shade Light y comparan los resultados obtenidos mediante su uso con los resultados obtenidos al usar luz fluorescente de laboratorio. Al igual que en los resultados obtenidos en la realización de esta tesis, se obtuvieron resultados significativamente superiores al usar una luz con temperatura de color similar a la luz del día en condiciones ideales que al usar fluorescentes de laboratorio convencionales. Dagg y cols.¹⁴³, utilizaron en su estudio fluorescentes Duro Test Vitalite, fijados por encima de las muestras y fluorescentes convencionales junto con la luz del día proveniente de la ventana. Los fluorescentes Duro Test Vitalite¹⁵⁸ presentan una temperatura de color de 5500°K y un índice de rendimiento del color (CRI) de 91. El CRI es una unidad que mide la capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores de objetos de manera fiel en comparación a una fuente ideal de luz, o fuente natural como la luz del sol. Se mide en valores de 0 a 100, siendo un CRI de 100 el valor ideal y está representado por la luz del día. Para realizar la determinación del CRI, se debe tomar como punto de referencia la luz del sol con temperatura de color de 5000 a 6000°K, la cual presenta un CRI de 100, como ya se ha explicado anteriormente. El CRI es independiente de la temperatura de color de una fuente luminosa. Podemos encontrar luminarias que presenten un CRI próximo a 100 sin que su temperatura de color sea la adecuada, es decir, por ejemplo se tiende a otorgar CRI de 100 a fuentes de luz incandescentes con temperaturas de color bajo que están a un extremo del espectro luminoso (el rojo) y que no representan de ninguna manera una luz perfecta cuando se trata de reproducir colores al otro lado del espectro (el azul). Esto quiere decir que una fuente luminosa enfatizará más correctamente el color predominante por su temperatura de color que otra con la misma temperatura del color^{159,160}. Al igual que en los datos obtenidos tras la realización de este trabajo de investigación, Dagg y cols.¹⁴³ obtienen resultados estadísticamente significativos a favor del uso de los fluorescentes Duro Test Vitalite que presentan una temperatura de color semejante a los usados en nuestro estudio. Lee y cols.¹⁵² utilizan fluorescentes D90/65, luz incandescente (A) y luz fluorescente convencional (F2). Estos autores toman el fluorescente D90/65 como referencia para valorar los cambios que se producen al determinar el color bajo este tipo de luz y bajo luz incandescente y fluorescente convencional, y el efecto que tiene el uso de una u otra luz para la determinación del color de diferentes materiales. La CIE (Commission Internationale de l'Éclairage)⁸⁵, desde el año 1967 recomienda el uso de este tipo de iluminación en todos los cálculos colorimétricos que requieren el uso de luz día^{76,85,161}. Éstos fluorescentes de luz día contienen radiación ultravioleta en la misma proporción que ésta aparece en la luz del día que proviene del sol, pero que es filtrada por un cristal. Por lo tanto, es necesario definir el espectro que presentan los distintos tipos de luces que emiten ésta luz día. El Comité Internacional recomienda dos tipos de iluminantes con espectro de luz día: ID50 y ID65, que corresponden a temperaturas de color de entre 5000°K y 6500°K. Della Bona y cols.¹⁴⁴, hacen que cada participante elija el color usando la luz natural del día (siempre a la misma hora) y luz fluorescente de luz blanco frío, recomendada para iluminar zonas de trabajos manuales, y con una temperatura de color de alrededor de 4200° K. A pesar de que este tipo de iluminación mejora el impacto visual, no posee un

espectro de color completo. Por otro lado, sabemos que el espectro de ondas electromagnéticas que emite la luz del sol es variable, por eso, a pesar de que la determinación del color tenga lugar siempre a la misma hora, al sufrir el espectro de la luz natural variaciones constantes, tanto a lo referente a temperatura de color como a luminosidad no resultaría como fuente luminosa demasiado fiable. En este estudio hubo tres grupos de participantes: estudiantes de odontología, población general y odontólogos experimentados. Tanto los participantes correspondientes a la población general como los estudiantes de odontología, obtuvieron mejores resultados usando los fluorescentes de color blanco frío para la determinación del color. Sin embargo, los odontólogos experimentados lograron mejores resultados usando la luz del día. En nuestro estudio, la media del total de aciertos usando fluorescentes convencionales TLD 36W/540 Philips Master y estos mismos fluorescentes junto con la luz natural, también realizada la toma de color siempre a las misma hora y mismas condiciones, al igual que en el estudio de Della Bona¹⁴⁴, fue similar, por tanto, en nuestro estudio no se encontraron diferencias entre la determinación del color usando fluorescentes convencionales y estos mismos fluorescentes junto con luz natural. En el estudio de los autores anteriormente mencionado, la determinación del color con luz natural se realizó exclusivamente utilizando esa luz. En nuestro estudio, consideramos que esa es una situación que no se correspondería con las circunstancias reales de una clínica dental, en la que no existe exclusivamente la iluminación proveniente de la luz solar, por tanto, sería necesario contar con algún tipo de iluminación accesorio, y consideramos que lo más frecuente es la luz fluorescente convencional. Mc Andrew y cols.¹⁵³, comparan los resultados obtenidos realizando la toma de color mediante el dispositivo Optilume Trueshade y los obtenidos al determinar el color usando la luz del día natural. El dispositivo Optilume Trueshade, emite luz blanca mediante dispositivos LED y calibra la luz emitida con una temperatura de color constante de 5500°K. Es importante resaltar que este dispositivo emite luz blanca directamente sobre los dientes y se coloca con una angulación de 45° para eliminar la reflexión sobre el diente¹⁵⁴. Los LED son diodos semiconductores que emiten luz al ser atravesados por una corriente. En función del material semiconductor elegido (galio, indio, aluminio...), la iluminación puede ser roja, azul, verde, ámbar, naranja o cian. La **luz blanca** se obtiene colocando juntos LED rojos, azules y verdes (lo que puede ocasionar efectos raros en las sombras) o añadiendo fósforos para convertir el azul en luz blanco, de forma similar a lo que se hace en las lámparas fluorescentes. Se parte de emisiones ultravioletas o azules que se convertirán en un tipo u otro de blanco según el tipo de fósforo que se utilice. Esto hace que podamos tener blancos con distintas temperaturas de color, desde muy cálidas (2700°K) hasta muy frías (9000°K), produciendo también distinta capacidad de reproducción cromática, como ocurre con las luces fluorescentes. Dentro de la problemática que supone actualmente el uso de luz LED, se encuentra que hasta ahora, es un tipo de iluminación que no produce suficiente luz para lugares que requieran una elevada iluminación, como podría ser el gabinete dental. Además pueden dejar de funcionar por la generación de calor y su coste es mucho más elevado que el de los fluorescentes. El dispositivo Optilume Trueshade al emitir luz directamente sobre la superficie dental de manera estandarizada y con una angulación constante para eliminar el efecto de reflexión sobre la superficie dental,

solventaría dos de los inconvenientes anteriormente descritos. En el estudio de Mc Andrew y cols.¹⁵³ se concluye que los resultados obtenidos usando el dispositivo Optilume Trueshade son significativamente superiores a los logrados usando la luz solar para determinar el color. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la realización de esta tesis ya que a pesar de que la fuente emisora de luz día artificial es diferente, la temperatura de color a la que emite la luz es la misma (5500°k), por tanto las longitudes de onda que incidirán sobre la superficie dentaria también. Otros autores como Winkler y cols¹²⁴ y Abdullah Al Farraj¹⁵⁵ recomiendan el uso de fluorescentes de luz día para lograr una estandarización en la iluminación necesaria para la toma de color. Gokce y cols¹⁴⁵, comprobaron la influencia del uso de fluorescentes de luz día con respecto al uso de lámparas de filamentos de tungsteno en odontólogos y protésicos con y sin alteraciones en la percepción del color, concluyendo que al utilizar ambas luces conjuntamente, no existen diferencias significativas entre grupos, mientras que los participantes sin alteraciones en la percepción del color tienen significativamente mas aciertos al determinar el color usando fluorescentes de luz día, al igual que ocurre en nuestro estudio, en el que los participantes a pesar de ser estudiantes de odontología, carecen de alteraciones en la percepción del color. De esta manera, podemos justificar el determinar como criterio de exclusión para la realización de esta tesis el padecer algún tipo de alteración en la percepción del color, tal y como hemos hecho.

6.3 INFLUENCIA DEL TIPO DE LUZ AMBIENTAL SOBRE VALOR, TINTE E INTENSIDAD

Para la realización de esta tesis, también hemos valorado la influencia de la luz sobre cada una de las dimensiones del color. Con respecto al valor, se halló como resultado que las diferencias únicamente eran estadísticamente significativas entre el uso de fluorescentes de luz día y el uso de fluorescentes de laboratorio, obteniendo resultados estadísticamente significativos a favor del uso de fluorescentes de luz día frente al uso de fluorescentes de laboratorio. Al estudiar la influencia del tipo de luz con respecto a la elección del tinte y la intensidad, obtenemos valores estadísticamente superiores al utilizar fluorescentes de luz día con respecto a la elección de estos parámetros. Por tanto podríamos decir que el uso de fluorescentes de luz día mejora la percepción de cada una de las dimensiones del color. Los autores consultados, a pesar de utilizar distintos tipos de luces para la determinación del color, no contemplan la influencia que cada luz tiene sobre cada una de ellas (valor, tinte e intensidad). Únicamente determinan en la elección de qué dimensiones de color se produce mayor cantidad de errores. Tanto Curd y cols¹²⁵ como Lee y Powders¹⁵², determinaron que cuando un participante elegía erróneamente una muestra, este error se producía a menudo en el tinte, teniendo la muestra elegida el mismo valor e intensidad. En el caso de Curd y cols¹²⁵, la guía dental utilizada fue la guía Vita Classica. La problemática del uso de esta guía radica en que no se conoce con exactitud el criterio de elección dentro del área vertical (o zona del rojo-amarillo dentro del espacio de color de Munsell)¹¹⁹. La guía Vita Classica está ordenada por tinte, y mezcla valor e intensidad¹⁶², de manera que resulta muy complicado poder discernir en cuál de estas dimensiones del color se localiza el error, por tanto, en el estudio de Curd y cols¹²⁵ no podremos determinar si realmente valor e intensidad se ven afectados en la misma proporción. En nuestro estudio encontramos que el valor es la dimensión del color que se acierta en más ocasiones, encontrando que tinte e intensidad se eligen correctamente en porcentajes similares. Actualmente, se considera un mejor método de ordenación de las guías dentales el utilizado por la guía 3D Master, que ha sido la utilizada para la realización de esta tesis. La guía 3D Master esta ordenada por grupos de valor. El ojo humano es mucho más sensible a los cambios de valor que a las variaciones en el tinte, es decir, a poder determinar la cantidad de blanco y negro que tiene un color, hecho llevado a cabo por los bastones, células que en rara ocasión presentan una pérdida o alteración (0,005% de la población, sin discriminación entre sexos).

6.4 DIFERENCIAS EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR LIGADAS AL GÉNERO

Tradicionalmente se ha promulgado que la correcta determinación del color es un hecho ligado al género. En muchos de los estudios consultados que abordan este tema, al igual que en los datos obtenidos para la realización de esta tesis, se obtiene como resultado que no existen diferencias significativas con respecto a la elección del color según el sexo del perceptor^{124,125,141,142,143,153,163}. Además, en el desarrollo de esta tesis estudiamos las posibles discrepancias que pudieran ocurrir en la elección de cada una de las dimensiones con respecto a su elección por hombres o mujeres, no encontrando tampoco ninguna diferencia significativa. Como ya se ha dicho con anterioridad, la presencia de alteraciones en la percepción del color (ligada al cromosoma X) ha sido considerada como criterio de exclusión en todos los casos. Sin embargo, Haddad y cols¹⁶⁴ realizan un importante estudio con 614 participantes de diferentes países (305 mujeres y 309 hombres) encontrando diferencias significativas en la elección del color con respecto al género. En nuestro estudio, el tamaño muestral es menor que el de Haddad y cols, aunque mayor que en los anteriormente citados. En nuestro estudio, el porcentaje de mujeres es muy superior al de hombres, por tanto, deberíamos aumentar el tamaño muestral y tener una muestra homogénea con respecto a la distribución por géneros para poder corroborar este aspecto. Con los datos obtenidos para la realización de esta tesis, se estudió la influencia del tipo de luz con respecto a la elección de cada una de las dimensiones del color según el género del perceptor. De esta manera, encontramos que las mujeres obtienen mejores resultados cuando eligen el valor con fluorescentes de luz día que cuando lo hacen con fluorescentes de laboratorio. Con respecto a los hombres no encontramos diferencias con respecto a la elección del valor con ninguna de las luces. Al estudiar las diferencias que pueden afectar al género al elegir el tinte bajo diferentes luces, observamos que el tipo de luz sólo afecta al sexo femenino en la elección del tinte, obteniendo resultados estadísticamente significativos cuando la elección se realiza bajo luz natural comparado a cuando ésta se realiza bajo luz natural y fluorescente convencional. Con respecto a los varones, no encontramos diferencias significativas en ningún caso. En el caso de la intensidad, hallamos que tanto varones como mujeres obtienen mejores resultados al determinarla bajo los fluorescentes de luz día. En el estudio de Carballo y cols.⁶⁶, no encuentran diferencias entre sexos al determinar el color bajo diferentes tipos de luces, mientras que con los datos obtenidos para la realización de esta tesis, podríamos concluir que las mujeres obtienen mejores resultados usando fluorescentes de luz día que usando los otros tipos de luces bajo las cuales ha tenido lugar el estudio. Bien es cierto que los tipos de luces usados en el estudio de Carballo y col.⁶⁶ difieren de los usados en nuestro estudio, ya que en ningún caso utilizan fluorescentes de luz día, que son los responsables de las diferencias que aparecen en nuestro estudio.

6.5 METAMERISMO

Al tratar el tema de la elección del color dental, es inevitable tener en cuenta el problema del metamerismo, que intentamos solucionar usando los fluorescentes de luz día, ya que estos presentan un espectro constante. En el estudio de Carballo y cols.⁶⁶ se realizaron tomas de color bajo diferentes tipos de luz (luz natural o solar, luz incandescente del sillón dental, y luz fluorescente convencional como la usada en nuestro estudio. Al igual que en los datos obtenidos en la realización de esta tesis, obtienen como resultado que el valor es el atributo del color que en menor medida se ve afectado por los cambios en el tipo de luz. Asimismo, Carballo y cols.⁶⁶, determinan que tinte e intensidad se ven altamente afectadas por el tipo de luz utilizado para su elección, obteniendo los mejores resultados al usar luz fluorescente frente al uso de luz incandescente y de luz natural. En el estudio de Corcodel y cols.¹⁶⁵, se evalúan los efectos de la elección del color, tanto en dientes naturales como con respecto a la propia guía Vita 3D Master, usando tres tipos de luces diferentes: D65, fluorescente convencional (TL84) y luz incandescente. Al igual que en los resultados obtenidos con la realización de esta tesis, el valor es la dimensión del color que en menor medida se ve afectada por el tipo de luz usada para su determinación, es decir, sería la que menos se vería afectada por los fenómenos metaméricos. El eje rojo-verde (a^*) del sistema Cie $L^*a^*b^*$ se ve afectado significativamente por los tipos de luz incandescente y fluorescente convencional, haciendo estos tipos de luz que se produzca una inclinación hacia los rojos, que es significativamente mayor al usar luz incandescente, tanto en dientes naturales como cuando comparamos la propia guía. En el caso del eje azul-amarillo (b^*), al comparar la tendencia al usar distintos tipos de luces se observa que al determinar el color usando luz fluorescente convencional se tiende hacia el azul comparándolo con el uso de fluorescentes luz día (D65).

6.6 GUÍAS DENTALES

Numerosos autores recomiendan el uso de la guía 3D Master para la determinación del color dental^{122,123} ya que, además de presentar los colores incluidos dentro del espacio de color dental sin ningún color que se localice fuera de la zona correspondiente a los colores dentales, estos colores se encuentran ordenados de manera lógica en la guía. Winkler y cols¹²⁴, utilizan la guía Portraid IPN Shade Guide (Denstplay), que presenta una distribución del color similar a la guía Vita Classica y a la Chromascop ([http. Trubyte](http://Trubyte)). Estos autores obtienen como resultado que existe una mayor dificultad para determinar el tinte que el valor y la intensidad, al igual que Curd y cols.¹²⁵ pero debemos tener en cuenta las limitaciones que presenta la guía Vita Classica, ya que al mezclar valor e intensidad no permite distinguir si son realmente ambos parámetros o sólo uno de ellos responsables de las diferencias.

Con respecto a la distribución del color en las guías dentales, debemos resaltar que aunque no es posible abarcar todos los colores dentales en una guía, la diferencia entre el color verdadero y el color más cercano de la guía debe ser imperceptible para el ojo humano. Es importante, como ya se ha dicho anteriormente, que las guías dentales tengan una distribución homogénea dentro del espacio del color dental de los dientes naturales y junto con la iluminación utilizada se puedan disminuir los errores en la toma del color dental. Bayindir y cols¹²⁶, comparan los errores que se producen al usar tres guías diferentes para determinar el color: Vita Lumin, Chromascop, Vitapan 3D Master y un sistema que combina todas ellas. Se analizó que guía era más efectiva para determinar el color dental. Se obtuvieron los mejores resultados usando la guía 3D Master en solitario y al usarla junto con la guía Vita Lumin y la Chromascop. El uso de las tres guías de manera conjunta supone una complicación excesiva para determinar el color, ya que de lo que se trata es de simplificar el proceso y no de complicarlo aún más. A pesar de que la guía 3D Master presenta una distribución homogénea dentro del espacio del color, según Bayindir y cols¹²⁶ continúa presentando cierta disarmonía, aunque aún así, su distribución del color es mucho mejor que en la guía Vita Lumin. Es importante resaltar, que según los autores, ninguna de las guías, incluida la 3D Master, presenta una cobertura efectiva en el rango del rojo del espectro del color dental. Analoui y cols.¹²⁷ al comparar la guía 3D Master con las guías Vita Lumin V y la guía Trybyte Bioform, también obtienen como resultado que la guía 3D Master demuestra el promedio más bajo de error en la elección del color de las tres guías dentales comercializadas que fueron examinadas en el estudio. Li Q y cols.¹²⁸ al comparar cinco guías de color también encuentran que los mejores resultados se obtienen con la guía 3D Master, ya que presenta los más bajos errores de cobertura del espacio cromático dental en la propia guía y las menores diferencias entre el color del diente seleccionado y el color del diente de la guía, tomando como referencia las coordenadas $L^*a^*b^*$ del espacio del color para cada diente tanto de la guía usada como los dientes naturales participantes medidas mediante espectrofotómetro. A pesar de que la guía 3D Master presenta una demostrada mejor distribución de los colores dentro del espacio del color dental que el resto de guías dentales presentes en el mercado, algunos autores continúan usando la guía Vita Classica para la realización de sus trabajos. I. A. Hammad¹²⁹, comparan los

aciertos logrados por prostodoncistas y por odontólogos generales, todos ellos varones y de la misma edad, al determinar el color con la guía 3D Master y con la guía Vita Lumin Vacuum. Los odontólogos generales lograron resultados estadísticamente significativos superiores al usar la guía 3D Master, mientras que los prostodoncistas los logran con la guía Vita Lumin Vacuum. Según los autores, estas diferencias podrían producirse porque los odontólogos generales no tiene experiencia en la toma de color y por tanto la sistemática de uso de la guía 3D Master (que previamente había sido explicada) les confiere una ayuda para determinar el color dental, y los prostodoncistas, con elevada experiencia en la toma del color tienen de manera inherente los conocimientos colorimétricos necesarios para utilizar correctamente cualquier guía. Para dar validez a las conclusiones de este estudio, debemos considerar que la guía Vita Lumin Vacuum presenta colores que no pertenecen al espacio cromático de los dientes naturales. Hasegawa y cols¹³⁰, al comparar in vivo el espacio cromático de 87 dientes naturales de personas con edades comprendidas entre los 13 y los 84 años y el de 16 muestras de la guía Vita Lumin Vacuum de tres lotes, concluyen que los dientes de la guía Vita Lumin Vacuum presentan un menor valor que los dientes naturales; además, según estos autores, las diferencias en los rojos y en la translucidez entre la guía Vita Lumin Vacuum y los dientes naturales tiende a aumentar al acercarse a la zona radicular. En particular, según el estudio realizado por Hasegawa y cols, el eje rojo-verde de la guía Vita Lumin Vacuum no se distribuye de manera que cubra el color de los dientes naturales para los diferentes grupos de edad en las cinco localizaciones donde fue medido el color.

Cabe resaltar la importancia de la aparición de instrumentos para la medición del color en odontología como son los espectrofotómetros y los colorímetros. Para la realización de esta tesis, previamente a la entrega de las guías dentales intacta y codificada a los alumnos, se realizó la comprobación de dichas guías utilizando el espectrofotómetro Easyshade (Vita Zanhfabrik, Alemania), siempre en la misma posición, utilizando un posicionador y en una cámara neutra, para comprobar que las coordenadas $L^*a^*b^*$ eran las mismas para los mismos colores dentales de las distintas guías, eligiendo aquellos coincidentes. Gómez Polo C, Celemín A, Vázquez de Parga J, pertenecientes al Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial) de la UCM, han determinado que existen diferencias en las coordenadas $L^*a^*b^*$ respecto a las mismas muestras de color en diferentes guías, encontrándose en la actualidad dicho artículo en trámites de publicación. Hassel y cols.¹⁶⁶, determinan el color dental in vivo de 313 incisivos maxilares y mandibulares mediante el uso de un espectrofotómetro (Vita EasyShade) y mediante el método tradicional usando la guía Vita 3D Master. Como resultado obtuvieron que los valores $L^*a^*b^*$, a pesar de que el color determinado mediante el espectrofotómetro y mediante la guía dentaria fuera el mismo, estas coordenadas eran diferentes, a pesar de que la guía está fabricada de tal manera que imita las capas de esmalte y dentina. Estos autores concluyen que estas diferencias pueden deberse a la diferente composición de los dientes naturales y los dientes de la guía, y que por tanto, no se deberían realizar comparaciones directas guía-diente natural. Según Hasegawa y cols¹³⁰, las guías comercializadas hasta el momento no tienen en cuenta ni el envejecimiento de los dientes ni las propiedades ópticas del esmalte tales como la translucidez, la fluorescencia, el brillo y la refracción de la luz que se producen por la

composición única de las estructuras dentales, es decir, la multitud de cristales de hidroxiapatita de los que está formado cada prisma del esmalte, y estas propiedades deberían ser consideradas. Por tanto, debemos utilizar materiales que traten de imitarlas para tratar de “engañar” a nuestros ojos creando determinados efectos. Según Navajas JM y cols.¹¹⁷, para imitar la opalescencia natural necesitaremos materiales de colores azules y ámbar, en lo que a la restauración con composite se refiere. En cuanto a la restauración con porcelana, según Mc Laren y cols.¹¹⁴, debemos tener en cuenta que el uso excesivo de porcelanas opalescentes conferirá a la restauración un color azul-grisáceo. Así, la imitación de las características de los dientes naturales resulta un hecho complejo. Por este motivo, es lógico que, como los estudios realizados por Horn y cols, Al Hamdam y cols, Judeh y cols, Gehrke y cols y Wang y cols.^{167,168,169,170,171}, demuestran, los resultados con respecto a la elección del color dental son superiores al realizar la toma de color con un espectrofotómetro que al realizarla mediante el método tradicional. Sin embargo, Yilmaz y cols.¹⁷² concluyen en su estudio in Vitro sobre la reproducción del color de muestras de metal-cerámica, que se obtienen mejores resultados usando el método tradicional, es decir, la determinación visual, que usando un colorímetro. Según estos autores, tanto la textura superficial como las variaciones anatómicas de las superficies de los dientes pueden tener influencia en la medición. Los espectrofotómetros están diseñados para medir superficies planas, y el pequeño terminal que se usa para la toma del color hace que al utilizar estos dispositivos, el resultado en cuanto a la elección del color sea propenso a sufrir una pérdida significativa en lo que a los efectos del borde incisal se refiere. Además, la superficie curva de los dientes, puede tener una influencia negativa en la reflexión uniforme de la luz que emite el colorímetro. El estudio de Yilmaz y cols. solventa el problema de las superficies curvas de los dientes usando muestras con superficies planas, pero atribuyen el menor número de aciertos logrados con el colorímetro a que el software usado por éste, que calcula el color en base a la guía Vita Clasica, usando porcelanas Vita; estos autores piensan que si se usaran las porcelanas fabricadas por los fabricantes del colorímetro (ShadeEye NNC), siguiendo las recomendaciones del fabricante en cuanto al modo de uso, probablemente los resultados mejorarían. En nuestro caso, se utilizó el espectrofotómetro de la casa Vita (Vita EasyShade) para controlar el color de su guía Vita 3D Master. Por tanto este problema no existiría en nuestro estudio. Hassel y cols.¹⁶⁶ estudiaron la fiabilidad de la toma de color usando el espectrofotómetro EasyShade por distintos examinadores observando las desviaciones que sufría el L^*C^*h en las dos mediciones que realizaba cada examinador en cada uno de los 169 dientes anteriores pertenecientes a 19 pacientes. La fiabilidad intraexaminador fue aceptable, aunque se registraron ocasionalmente diferencias clínicamente relevantes entre dos mediciones de un mismo examinador. Para evitar las posibles variaciones en el posicionamiento del dispositivo electrónico, Douglas RD¹⁷³ tras realizar un estudio en el cual medía la reproductibilidad en el posicionamiento de los colorímetros concluyó que para que estos dispositivos presenten una precisión aceptable para las mediciones intraorales del color dental, deben emplearse utilizando una plantilla posicionadora individualizada para cada diente, que mantenga el dispositivo en una posición fija.

Con respecto al gabinete dental, el color de paredes y mobiliario tiene influencia en la elección del color dental, como ponen de manifiesto Martínez Vázquez de Parga y cols.⁶⁴, Prieto y cols¹¹⁹, Pascual y cols¹⁶² y Gonzalves y cols¹²¹. Si el color de las paredes y del mobiliario, así como del sillón dental son muy intensos, el color se reflejará sobre el área de trabajo, influyendo en el proceso de la toma de color.

CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

Tras la realización de este trabajo de investigación se ha encontrado que **no se cumple la hipótesis nula**, existiendo diferencias significativas al usar diferentes tipos de luz ambiental para la elección del color dental, **obteniendo las siguientes conclusiones**:

1. El éxito en la determinación del color dental mediante guías dentales está directamente ligado al tipo de luz que se utilice para iluminar la zona donde se realice la misma.
2. Existen diferencias significativas con respecto a los aciertos en la toma de color al usar fluorescentes de luz día con respecto a los otros tipos de luces.
3. El valor es la dimensión del color que se acierta con más frecuencia por los operadores.
4. La intensidad y el tinte se ven afectados de manera significativa por el tipo de luz, mientras que el valor es la dimensión del color que no se ve afectada de manera significativa por el tipo de iluminación.
5. No existen diferencias significativas entre mujeres y hombres al determinar el color con guías dentales bajo distintos tipos de luces.
6. No existen diferencias significativas al determinar cada una de las dimensiones del color dental con guías por mujeres y hombres.
7. El color más acertado fue para ambos géneros el 5M3. El color menos acertado por las mujeres fue el 4L2,5 y por los varones el 2R2,5.

Para controlar el color de nuestras restauraciones protésicas, recomendamos que clínica y laboratorio empleen el mismo tipo de iluminación tanto en lo referente a la calidad de la luz (teniendo en cuenta la temperatura de color medida en grados kelvin) como a la cantidad de la misma (intensidad lumínica medida en luxes) así como la misma guía de color, de acuerdo con las conclusiones 1 y 2

7.1 RECOMENDACIONES ACTUALES PARA LA TOMA DEL COLOR DENTAL

Durante años se ha promulgado que el color dental debía tomarse usando la luz natural de una ventana orientada al norte a medio día, en un día soleado. Dada la dificultad que conlleva conseguir estas condiciones óptimas, hoy día se recomienda para la toma de color un tipo de luz que sea capaz de reproducir las condiciones mencionadas sin fluctuaciones, es decir, de una manera constante, permitiéndonos así una mayor predictibilidad a la hora de conseguir una estética correcta en nuestros tratamientos. Esto podemos conseguirlo usando lámparas fluorescentes que reproduzcan la totalidad del espectro de luz visible, que es lo que se conseguiría en las condiciones ideales de luz anteriormente descritas. Hoy en día, lo lograremos usando fluorescentes D65, que tienen una temperatura de color de entre 5500°K y 6500°K. Estos fluorescentes deben presentar un índice de reproducción cromática mayor del 90% y una intensidad luminosa de al menos 500 luxes.^{3,64,66,81,82,93,104}

BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Manual de Odontología. Capítulo "Estética". Pp Ed. Masson Salvat. ISBN 84-458-0252-6
2. Quiroz Franckowiak F, Salaberry García O. Cirugía: IV Oftalmología ISBN 9972-46-114-9.
3. Martínez Vázquez de Parga JA, Del Río Highsmith J, Vela Ramón L. Técnicas de determinación del color. Una nueva propuesta. Revista Europea de Odontoestomatología. 1994; 6(4): 211-214
4. Óptica. R. W. Ditchburn. Ed. Reverte. (1982).ISBN 84-291-4036-0
5. Física II. Tipler P. Ed. Reverté S.A. p 946, 959, 1038 (2005) ISBN 84-291-4405-6
6. Física General. Burbano S, Burbano E, Gracia c. Ed. Tebar. 32ª Edición. Pp. 13, 14, 576, 577, 617, 619, 658, 676 ISBN 978-84-95447-82-1
7. Platón (2003). Diálogos. Obra completa en 9 volúmenes. Volumen IV: República. Madrid: Editorial Gredos. ISBN 978-84-249-1027-3.
8. Aristófanes. Las Nubes. Macía Aparicio, Luis M. 2ª Ed, 1ª Impresión. 2002. Ed. Clásicas S.A. ISBN 978-84-7882-489-2
9. Séneca, Lucio Aneo. Los ocho libros de cuestiones naturales. Espasa Calpe S.A. ISBN 978-84-239-6381-2
10. Smith Mark A. Alhazen theory of visual perception. Vol 2. English translation. 2001. American Philosophical Society for its transaction series vol.91.Pp. 354,361,385,390, 450 ISBN: 0-87160-914-1
11. Chambers Biographical Dictionary, 5th Edition (p.89) Roger Bacon
12. Lynn Glynn G, Rodrigo C, Rosales A. Fotografía. Manual básico de blanco y negro. UNAM 2007. pp 49-50
13. Sougez ML. Historia de la fotografía. Madrid. Cátedra 1976, pag 290.
14. Gibrin J. Historia de la ciencia. 1543-2001. Crítica, p 82 (2006)
15. Campuzano M. Keppler y Newton. Encuentros con la armonía sideral.p 235. (2011) ISBN 978-84-9008-103-7
16. Papp D. Historia de las ciencias. P 125, 157. 1996. ISBN 956-13-14382
17. Hewitt PG. Física conceptual. P 482, 542, 584, 621, 771. 2004 ISBN 970-26-0447-8
18. Descartes R, Turró S. El mundo: Tratado de la luz. Pp. 27, 2, 29, 40, 55, 223.ISBN 978-84-7658-189-6
19. Millán MS, Scofet J, Millán MS, Pérez E. Óptica geométrica. Pp. 39. (2004) ISBN 84-344-8064-6

20. Burrell G. Gran Larousse Universal. Volumen 23. pp. 8260 (1995) ISBN 978-84-0161-743-0
21. De la Peña L. Cien años en la vida de la luz. Pp 47. (2004) ISBN 968-16-7399-9
22. Kumar M. Quántum. Einstein, Bohr y el gran debate sobre la naturaleza de la realidad. Pp. 88 (2011) ISBN 978-84-7245-901-4
23. Rossi B. Fundamentos de óptica. Pp.44, 45, 291 (2003) ISBN 84-291-4140-5
24. French AP. Relatividad especial. Pp. 42 (2002) ISBN 84-291-4100-6
25. Douglas GC. Física. Principios con aplicaciones. Pp. 665 ISBN 970-26-0695-0
26. Newton I. Traductor Rada E. Principios matemáticos de la filosofía natural. Ed. Alianza. 1998 ISBN 978-84-206-5192-7
27. Bunge M. La investigación científica. Su estrategia y su filosofía. Pp. 761 (2004) ISBN 968-23-2225-1
28. Chapa J. Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría. Pp. 25 (2004) ISBN 968-18-2972-7
29. Granés J, Cárdenas JL. Isaac Newton: obra y contexto: una introducción. Pp. 124,129 (2005) ISBN 958-701-505-3
30. Strathearn Paul. Newton y la gravedad. Pp. 51. (1999) ISBN 84-323-0984-2
31. Lafuente A, Arboleda LC. Voltaire. Elementos de la filosofía de Newton. Pp. 136 (1996) ISBN 958-670-071-2
32. Hernan S. Isaac Newton y la reconstrucción del palimpsesto divino. Pp. 15, 45. (2009) ISBN 978-958-714-258-7
33. [Http://gusgsm.com/faqcolor/spectro.html](http://gusgsm.com/faqcolor/spectro.html). ¿Qué es el espectro cromático? Stephen Westland, 2001. Acceso 20/05/2011
34. Benitez L, Robles JA. Percepción: Colores. Pp 126 (1993) ISBN 968-36-3166-5
35. Cegarra J. Metodología de la investigación científica y tecnológica. Pp.10 (2004) ISBN 978-84-7879-8
36. Auping Birch J. Una revisión de las teorías sobre el origen y la evolución del universo. Pp 43, 140. (2009) ISBN 978-607-417-070-2
37. Malacara D. Óptica básica. Pp. 24, 291. (2004) ISBN 978-96-816-7313-0
38. Born M, Wolf E. Principles of optics. Pp. 26 (1999) ISBN 0-521-6642221
39. Ruiz J, Gómez A. Astronomía contemporánea. Pp. 38. (2010) E BOOK ISBN 978-84-954-9585-3
40. Física. J.W.Kane, M.M. Sternheim.Ed.Reverté 2ª Ed, Reimpresión enero 2007. ISBN 84-291-4318-1
41. Valero A. Principios del color y holopintura. Pp.19, 20, 32, 50, 97 (2011) ISBN 978-84-9948-1

42. Rodríguez J, Virgós JM, Fundamentos de la óptica ondulatoria. Pp. 18 (1999) ISBN 84-8317-117-1
43. Marquina ML. Conocimientos fundamentales de física. Pp. 106 (2006) Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 978-970-26-0960-5
44. Vives T. Espacio y tiempo. La evolución del conocimiento del universo. Pp. 105, 127 (2006) ISBN 84-95495-49-X
45. Scharer P, Rinn LA, Kopp FR. Principios estéticos en la Odontología. Pp 13-26 Ed. Doyma, 1981. ISBN 84-7592-329-1
46. Bachiller R. Astronomía: de Galileo a los telescopios espaciales. Pp. 90 (2009) ISBN 978-84-9785-583-9
47. Papp D. Historia de las ciencias. Desde la antigüedad hasta nuestros días. Pp. 199 (1996) ISBN 956-13-1438-2
48. Ridpath I. Astronomía. Diccionarios Oxford-Complutense. Pp. 303, 610 (1999) ISBN 84-89784-70-1
49. Pintos M, Ruso JM. Introducción al electromagnetismo. Pp. 207 (2008) ISBN 978-84-9887-009-1
50. García-Ochoa F. Elementos de electromagnetismo clásico. Universidad Pontificia de Comillas ICADE-ICAI. Pp. 263, 312, 288 (1993) ISBN 84-87840-98-1
51. Chapa J. Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría. Pp. 26, 31, 32, 45, 60, 64, 65, 67, 70, 71, 121 (1990) ISBN 968-18-2972-7
52. Rodríguez J. Fundamentos de óptica geométrica. Pp.6 (1997) ISBN 84-8371-004-3
53. Hecht E. Fundamentos de física. Pp. 325 (2000) ISBN 970-686-052-5
54. Flores NE, Figueroa JE. Física moderna. Pp. 29, 30 (2007) ISBN 978-970-26-0789-2
55. Peierls RE. Las leyes de la naturaleza. Pp. 217 (1998) ISBN 968-856-145-2
56. Alvarellos JE, García P, García JJ. Introducción al formalismo de la mecánica cuántica. Cuadernos de la UNED Pp. 2 (2007) ISBN 978-84-362-5456-3
57. Becker RS, Wentworth WE. Química general. Pp. 118 (1977) ISBN 84-291-7043-X
58. Jonhson R. Atomic Structure. Pp. 42 (2007) ISBN 978-0-8225-6602-1
59. Reed BC. Quantum Mechanics. Pp.3 ISBN-13: 978-0-7637-4451-9
60. <http://laplace.us.es/campos/optica/general/opt-guia2.pdf> Acceso 12/06/2011
61. http://wwwbr.kodak.com/cluster/lar/plugins/acrobat/es/motion/publicaciones/referenceGuide/plugins_acrobat_es_motion_newsletters_filmEss_03_Nature-of-Light.pdf Acceso 25/07/2011
62. <http://es.scribd.com/doc/106878576/Temperatura-Color-Sergio-de-La-Torre> Acceso 25/07/2011
63. <http://www.electromagazine.com.uy/anteriores/numero12/iluminacion1.htm> Acceso 18/09/2012

64. Martínez Vazquez de Parga JA, Nieto Alcaide S, Romeo Rubio M, Cañada Madinazcoitia L. Factores que determinan la percepción del color en odontología. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*. 2004; 6(3): 218-225
65. Volpato CA, Monteiro SJr, de Adrada MC, Fredel MC, Petter CO. Optical influence of the tipe of illuminanat, substrates and thckness of ceramics materials. *Dent Matter*. 2009 25(1): 87-93
66. Carballo V, Martínez JA, Celemín A. Influencia del metamerismo en la percepción del color dentario. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*. Edición Hispanoamericana, 2008; 11(3) 213-219.
67. Kim SH, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Metameric effect beteween dental porcelain and porcelain repairing resin composite. *Dent Mater*. 2007 23(3):374-9
- 68.http://www.proyectoluz.com/PDF/NORMATIVAS/normativa_europea_iluminacion_interior/normativa_europea_iluminacion_interior.pdf Acceso 2/09/2012
- 69.<http://www.voltimum.es/news/625/cm/iluminacion-para-interiores--norma-une-12464-1--comprenderla-es-aprovecharla.html> Acceso 2/09/2012
- 70.http://www.lighting.philips.es/pwc_li/es_es/connect/tools_literature/assets/pdfs/Folleto%20Supermercado.pdf Acceso 2/09/2012
71. Moreno J, Fernández C, Lasso D. *Instalaciones eléctricas interiores*. Pp. 278 (2010) ISBN 978-84-9732-591-3
72. García J. *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*. Pp. 298 (2009) ISBN 978-84-283-3190-6
73. Cabello M, Sánchez M. *Instalaciones eléctricas interiores*. Pp. 246, 249, 250, 272, 273 (2010) ISBN
- 74.<http://www.electromagazine.com.uy/anteriores/numero12/iluminacion1.htm> Acceso 5/09/2012
- 75.<http://www.ilumec.com/resources/28%20philips%20capacitacion%20en%20fundamentos%20de%20iluminacion.pdf> Acceso 5/09/2012
76. ISO (Internacional Organization for Standardization) 10526. CIE standard illuminant for colorimetry, ISO 10526:1999 (E), CIE S 005-1998.
77. BOE num. 300. Martes 16 diciembre 2003. Pág. 44725. UNE-EN 12464-1:2003
78. UNE 12464.1 Norma Europea para Iluminación de Interiores. 2012
- 79, Capilla P, Artigas JM, Pujol J. *Fundamentos de colorimetría*. Pp. 20, 174 (2002) ISBN 84-370-5420-6
- 80,http://www.gusgsm.com/grassmann_las_leyes_empiricas_sobre_la_vision_del_color Acceso 5/09/2012
81. Nieto Alcalde S, Martínez Vazquez de Parga JA, Cañada Madinazcoitia L. Determinación del color en odontología. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*. 2000; 2(5): 370-383

82. Egger B. El estatus quo de la estética. Un análisis de los métodos y materiales para la reproducción del color. Quintessence Técnica. 1997; 8(4): 169-183
83. http://gusgsm.com/espacio_color_cie_lab Acceso 6/09/2012.
84. <http://ekoamigos.sostenibles.com/site/pdf/UNE-EN12464.pdf> Acceso 8/09/2012
85. CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). Colorimetry-Technical report. CIE Pub . Nº15, 2nd ed.Vienna, Austria: Bureau Central de la CIE, 1986 (corrected reprint 1996), p 35-36
- 86.http://campusvirtual.unex.es/cal/epistemowikia/index.php?title=Aplicaciones_de_la_L%C3%B3gica_Difusa_a_la_Colorimetr%C3%ADa#El_espacio_de_color_CIE_L.2Aa.2Ab.2A Acceso 6/09/2012
- 87.http://gva1.dec.usc.es/~antonio/docencia/2003tratamientocomputacionaldeimagenes/P1_fc/P1_fc.html Acceso 6/09/2012
88. http://gusgsm.com/triestimulos_colores_espectrales Acceso 6/09/2012
89. http://www.aulapc.es/dibujo_imagen_gamut.html Acceso 6/09/2012
90. http://www.gusgsm.com/espacio_color_lch Acceso 6/09/2012
91. Martínez Vázquez de Parga JA, Del Río Highsmith J. Terapéutica integrada de las alteraciones estéticas odontológicas (1). En: Del Río Highsmith J. Odontología Integrada para adultos. Cap.9 Ed. Pues, 1999
92. Sanz JC. "El libro del color". Alianza editorial. Madrid, 1993, 2003 ISBN 978-84-2065-558-1
93. Fondriest JF. Shade Matching in Restorative Dentistry: The Science and Strategies Intl J Perio and Rest. Dent.2003; 23(5):2-14
94. Meyenberg KH. Estética dental: una perspectiva europea. Journal of Esthetic Dentistry (versión en castellano). Mayo-Junio 1995; 5(3): 11-18
95. Sproull RC. Part III. Color control. J Prosthet Dent 1974; 31:146-155
96. Sproull RC. Part I. Color matching in dentistry. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent. 1973; 29:416-424
97. Corrons Rodríguez A. Iluminación en la clínica dental. Conceptos básicos. Luces CEI. Mayo 1993:44-49
98. Jiménez Planas A, Llamas R, Caballero F. Importancia del color en los materiales odontológicos. Revista Europea de Odontostomatología 1991; 3:171-176
99. Vega del barrio JM. Propiedades físicas no mecánicas de los materiales odontológicos. Ediciones Avances 1996; 148-158
100. http://www.gusgsm.com/iluminantes_estandares_cie Acceso 9/09/2012
101. Romeo M, Vázquez de Parga JA. Estudio comparativo de la intensidad lumínica reflejada entre diferentes cerámicas dentales. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica 2002; 4(3):211-217

102. Fondriest Jf. Improving photographic strategies in shade communication. *The journal of cosmetic dentistry*. 2003; 19(4): 70-74
103. Preston JD, Ward LC, Bobrick M. Light and lighting in the dental office. *Dent Clin North Am*. 1978 Jul;22(3):431-51.
104. Valor M, Martínez JA. Estudio de las alteraciones en la percepción del color en estudiantes de odontología. Diploma de Estudios Avanzados. UCM. Octubre 2006.
105. Rinn LA. Relación entre las estructuras de color horizontales y verticales. *Quintessence Técnica* (ed. Esp) 1999; 10(3): 119-131
106. Glick K. Color and shade selection in cosmetic dentistry: Part III. Establishing the proper environment and technique. *J Am Acad Cosmet Dent* 1994;10:14-20
107. Pensler AV. Shade selection: problems and solutions. *Compend Contin Educ Dent* 1998; 19 (4):387-90
108. Hein S. *Natura Magica: la magia de la naturaleza*. Quintessence técnica (ed. esp.).2010; 21 :233-48
109. Fondriest J, Roberts M. Coming Closer to Nature. Opalescent lithium disilicate matches the optical properties of natural teeth. *Inside Dentistry*. 2011; 7(3) <http://www.dentalaegis.com/id/2011/03/coming-closer-to-nature>
110. Kerstein RB, Radke J. A comparison of fabrication precision and mechanical reliability of 2 zirconia implant abutments. *J Oral Maxillofac Implants*. 2008 Nov-Dec;23(6):1029-36.
111. Wiskott HW, Pavone AF, Scherrer SS, Renevey RR, Belser UC. Resistance of ITI implant connectors to multivectorial fatigue load application. *Int J Prosthodont*. 2004 Nov-Dec;17(6):672-9
112. Brocard D, Barthet P, Baysse E, Duffort JF, Eller P, Justumus P, et al. (2000). A multicenter report on 1,022 consecutively placed ITI implants: a 7-year longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 15:691–700.
113. Buser, D., Mericske-stern, R., Pierre Bernard, J. P., Behneke, A., Behneke, N., Hirt, H. P., Belser, U. C. and Lang, N. P. (1997), Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clinical Oral Implants Research*, 8: 161–172.
114. McLaren EA; Luminescent Veneers; *J Esthet Dent* 1997; 9:3-12.
115. Winter R. Visualizing the natural dentition. *J Esthet Dent*. 1993; 5(3): 102-17.).
116. Doucet SM, Meadows MG. Iridescence: a functional perspective. *J R Soc Interface*. 2009 Apr 6;6 Suppl 2:S115-32.).
117. Navajas JM, Lucenas C, Navajas C, Pulgar RM, Particularidades ópticas y morfológicas de los dientes que les confieren individualiad . (I) *Revista Europea de odontoestomatología*. 2008.

118. Sekito Jr. et al. Seleção de cores na clínica odontológica: uma busca constante por melhores resultados. In: Miyashita E, Fonseca AS. Odontologia estética – o estado da arte. São Paulo: Editora Artes médicas 2004.
119. Prieto, M.; Cadorin, M.; Celemin, A.; Martínez JA. Estado actual del método de la toma de color en prótesis dental. Gaceta Dental: Industria y Profesiones, 2008 JUNIO; 193 114-133
120. Hall NR. Tooth colour selection: the application of colour science to dental colour matching. Aust Prosthodont J. 1991; 5: 41-46
121. Goncalves Assuncao, W, Falcon Antenucci, RM, Piza Pellizzer, E et al. Factores que influncian la selección del color en prótesis fija: Revisión de literatura. Acta odontol. venez, dic. 2009, vol.47, no.4, p.136-142. ISSN 0001-6365.
122. Hernández Z, Celemín A. Estudio clínico del color dental en la población española según sexo y edad. Gaceta Dental: Industria y Profesiones, 2009 MAY; (203) 160-175
123. Hassel, A.L.; Koke, U.; Schmitter, M.; Beck, J.; Rammelsberg, P. Efecto clínico de diferentes sistemas de guías de colores sobre las tonalidades dentarias de las restauraciones con recubrimiento cerámico. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica. Edición Hispanoamericana, 2006; 8 (2) 164-173
124. Winkler S, Boberick KG, Weitz KS, Datikashvili I, Wood R. Shade matching by dental students. J Oral Implantol. 2006;32(5):256-8
125. Curd FM, Jasinevicius TR, Graves A, Cox V, Sadan A. Comparision of the shade matching ability of dental students using two light sources. J Prosthet Dent. 2006; 96:6 391-396
126. Funda Bayindir, Shanglun Kuo, William M. Johnston, Alvin G. Wee. Coverage Error of Three Conceptually Different Shade Guide Systems to Vital Unrestored Dentition. J Prosthet Dent 2007 September; 98(3): 175–185
127. Analoui M, Papkosta E, Cochran M, Matis B. Designing visually optimal shade guides. J Prosthet Dent. 2004 Oct;92(4):371-6.
128. Li Q, Yu H, Wang YN. In vivo spectroradiometric evaluation of colour matching errors among five shade guides. J Oral Rehabil. 2009 Jan;36(1):65-70. Epub 2008 Oct 22.
129. I.A. Hammad. Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides. J Prosthet Dent 89:50-53 (2003)
130. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. J Prosthet Dent 2000;83:418-23
131. Enríquez G. El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas de baja tensión. Pp. 106, 110 (2004) ISBN 968-18-6050-0
132. Soto JJ. Fundamentos sobre ahorro de energía. Pp. 5-8 (1996) ISBN 968-7556-26-9
133. http://www.todomantenimiento.es/mediapool/68/686097/data/Articulo_MSA.Pdf Acceso 8/07/2012

134. <http://www.voltimum.es/news/111/s/L-mparas-hal-genas-IRC-de-OSRAM.html> Acceso 8/07/2012
135. http://www.philips.es/l/lamparas-profesionales/lamparas-fluorescentes/tl-d/master-tl-d-secura/927921484076_eu/ Acceso 8/07/2012
136. http://www.philips.es/l/lamparas-profesionales/fluorescentes-compactas-no-integr/master-pl-l/master-pl-l-xtra-4-pin/927904784014_eu/ Acceso 6/09/2012
137. <http://www.voltimum.es/news/380/s/Gu-a-de-aplicaci-n-del-color-de-la-luz-para-las-l-mparas-fluorescentes-MASTER-TL-D-de-Philips.html> Acceso 20/09/2012
138. Ishihara S. The series of plates designed as a test for colour-deficiency. 24 plates ed. Tokyo: Kanehara; 1996. p.1-9
139. Farnsworth D. The Farnsworth dichotomus test for color blindness - Panel D15. New York: Psychological Corporation; 1946
140. Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Color comparison of two shade guides. *Int J Prosthodont.* 2002 Jan-Feb;15(1):73-8
141. Corcodel N , Rammelsberg P, Moldovan O, Dreyhaupt J, Hassel AJ. Effecto of external Light conditions during matching of Tooth color: An intraindividual comparasion. *Int J Prosthodont.* 2009; 22:1 75-77
142. Jasinevicius, T. R., Curd, F. M., Schilling, L. and Sadan, A. (2009), Shade-Matching Abilities of Dental Laboratory Technicians Using a Commercial Light Source. *Journal of Prosthodontics*, 18: 60–63. doi: 10.1111/j.1532-849X.2008.00376.x
143. Dagg, H., O'Connell, B., Claffey, N., Byrne, D. and Gorman, C. (2004), The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31: 900–904. doi: 10.1111/j.1365-2842.2004.01310.x
144. Della Bona A, Barrett AA, Rosa V, Pinzetta C. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: Three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dent Mater.* 2009 Feb;25(2):276-81
145. Gokce HS, Piskin B, Ceyhan D, Gokce SM, Arisan V. Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants. *J Prosthet Dent.* 2010 Mar;103(3):139-47.
146. Jaju RA, Nagai S, Karimbux N, Da Silva JD. Evaluating tooth color matching ability of dental students. *J Dent Educ.* 2010 Sep;74(9):1002-10.
147. S.S. Block, D. Lee, J. Hoeppe, and A. Birr. Comparison of the Neitz Test of Color Vision to the Ishihara Color Vision tests and the anomaloscopic classification. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2004; 45
148. <http://www.neitzvision.com/content/neitztest.html> Acceso 10/09/2012
149. Valor Priego, M.; Martínez Vazquez de Parga, J.A.; Romeo Rubio, M. Revisión bibliográfica de las alteraciones en la percepción del color según el sexo del perceptor. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica. Edición Hispanoamericana*, 2007; 9 (2) 145-154

150. Saravia MA, Ros F. Estomatológica Visión Dental. 2005; 8:4. <http://www.revistavisiondental.net/articulonuevatecnologiaselecciondelcolor.htm>
151. Murillo N, Piñas L, Ceballos L. Rey Juan Carlos University, Alcorcón, Madrid, Spain. 0473 Influence of Shade Guide and Light on Shade Matching Ability. Seq #50 - Clinical Research - Bleaching, Dentifrices 11:30 AM-1:00 PM, Thursday, September 11, 2008 Queen Elizabeth II Conference Centre Poster Hall 1.
152. Lee YK, Powders JM. Color difference of four color esthetic restorative materials by the iluminant. Am J Dent. 2005. 18:5 359-363
153. McAndrew R, Chan PW, Milward PJ. An assessment of shade taking by dental undergraduates. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2010 Mar;18(1):13-6.
154. Avery D,. Swift, EJ. Use of Enhanced Digital Communication in Conservative Indirect Restorative Treatment: A Case Study.Oral health and Dental Practice. 2007. <http://www.oralhealthjournal.com/issues/story.aspx?aid=1000210725&type=Print%20Archives>
155. Abdullah Al Farraj Al-Dosari. Reliability Of Tooth Shade Perception By Dental Professionals And Patients. Pakistan Oral & Dental Journal. 2010 Jun; 30:1
156. http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm
157. Belvedere P. ¿Cuál es el color del diente? Igualación del diente natural para elaborar una restauración cerámica. 2005. Disponible en: <http://www.kerrdental.com/images/products/demetronShadeLightLED1/> Acceso 15/09/2012
158. <http://www.duro-test.com/fluor.vitalite.html> Acceso 8/09/2012
159. <http://www.topbulb.com/find/cri.asp> Acceso 16/09/2012
160. <http://lucesycolores.wordpress.com/preguntas-y-respuestas/%C2%BFque-es-el-color-rendering-index-cri/> Acceso 16/09/2012
161. Schanda J, Bristow T, Carter E, Chain E, Gunde MK, Hirschler R, Jordan D, Kim C, Pierson E, Pointer MR, Richter K, Rösler G, Tarczali T, Van Kemenade J, Zwinkels J. Indoor Daylight Illuminants. CIE 184:2009. ISBN 978 3 901906 74 9. http://cms.cie.co.at/Publications/index.php?i_ca_id=529
162. Pascual A, Camps I. Odontología estética: Apreciación cromática en la clínica y el laboratorio. Med. oral patol. oral cir.bucal. 2006; 11:4 (Internet).
163. Capa N, Malkondu O, Kazazoglu E, Calikkocaoglu S. Evaluating factors that affect the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople.J Am Dent Assoc. 2010 Jan;141(1):71-6
164. Helene J. Haddad, Holger A. Jakstat, Gerwin Arnetzl, Judit Borbely, Alessandro Vichi, Herbert Dumfahrt, Patrick Renault, Nicoleta Corcodel, Bostjan Pohlen, Gyula Marada, Juan A. Martinez Vazquez de Parga, Mamaly Reshad, Thomas U. Klinker, Wolfgang B. Hannak, Rade D. Paravina Does gender and experience influence shade matching quality? Journal of Dentistry - 2009 (Vol. 37Supplement 1, Pages e40-e44, DOI: 10.1016/j.jdent.2009.05.012)

-
165. Corcodel, N., Helling, S., Rammelsberg, P. and Hassel, A. J. Metameric effect between natural teeth and the shade tabs of a shade guide. *European Journal of Oral Sciences*, 2010; 118: 311–316
166. Hassel AJ, Nitschke I, Rammelsberg P. Comparing L*a*b* coordinates for natural teeth shades and corresponding shade tabs using a spectrophotometer. *Int J Prosthodont*. 2009 Jan-Feb;22(1):72-4.
167. Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod*. 1998 Dec;24(12):786-90.
168. Al-Hamdan EM, Hammad IA, Tashkandi E. Evaluation of color duplication in metal-ceramic complexes using visual and instrumental shade-matching systems. *Int J Prosthodont*. 2010 Mar-Apr;23(2):149-51.
169. Judeh A, Al-Wahadni A. A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence Int*. 2009 Oct;40(9):e69-79.
170. Gehrke P, Riekeberg U, Fackler O, Dhom G. Comparison of in vivo visual, spectrophotometric and colorimetric shade determination of teeth and implant-supported crowns. *Int J Comput Dent*. 2009;12(3):247-63.
171. Wang XH, Chen LM, Gao P. Comparison of clinical effect between spectrophotometric and conventional visual shade. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 2009 Jun;18(3):255-8.
172. Yilmaz B, Karaagaclioglu L. In vitro evaluation of color replication of metal ceramic specimens using visual and instrumental color determinations. *J Prosthet Dent*. 2011 Jan;105(1):21-7.
173. Douglas DR. Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. *J Prosthet Dent*. 1997 May;77(5):464-70.

ANEXOS

9. ANEXOS

9.1.-ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TIPOS DE LUCES UTILIZADOS

MASTER TL-D Super 80 36W/840 1SL



Características de la Fuente de Luz

Código de Color 840 [CCT of 4000K]

Índice Reproducción Cromática: 85 Ra8

Designación de Color: Blanco Frío

Temperatura de Color: 4000 K

MASTER PL-L 4 Patillas

Características de la Fuente de Luz

Código de Color 840 [CCT of 4000K]

Índice Reproducción Cromática: 82 Ra8

Designación de Color: Blanco Frío

Temperatura de Color: 4000 K



MASTER TLD 90 De Lux 58W/965 1SL



Características de la Fuente de Luz

Código de color 965 [CCT of 6500K]

Índice de Reproducción Cromática: 93 Ra

Designación de Color: Luz Día fríoTemperatura de Color: 6500 K

9.2.- DATOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Monday, May 10, 2010 472		Número de personas por box		10:37
Obs	Ambiente	COUNT	PERCENT	
1	BOX 100	3	0.9288	
2	BOX 101	7	2.1672	
3	BOX 102	4	1.2384	
4	BOX 103	3	0.9288	
5	BOX 104	2	0.6192	
6	BOX 105	4	1.2384	
7	BOX 106	4	1.2384	
8	BOX 107	3	0.9288	
9	BOX 108	4	1.2384	
10	BOX 109	4	1.2384	
11	BOX 10IP	50	15.4799	
12	BOX 110	4	1.2384	
13	BOX 111	4	1.2384	
14	BOX 112	5	1.5480	
15	BOX 128	2	0.6192	
16	BOX 129	1	0.3096	
17	BOX 130	3	0.9288	
18	BOX 131	5	1.5480	
19	BOX 132	2	0.6192	
20	BOX 133	1	0.3096	
21	BOX 134	3	0.9288	
22	BOX 135	2	0.6192	
23	BOX 1IP	6	1.8576	
24	BOX 5IP	4	1.2384	
25	BOX 69	3	0.9288	
26	BOX 70	4	1.2384	
27	BOX 71	6	1.8576	
28	BOX 72	3	0.9288	
29	BOX 73	6	1.8576	
30	BOX 74	4	1.2384	
31	BOX 75	4	1.2384	
32	BOX 76	5	1.5480	
33	BOX 77	4	1.2384	
34	BOX 78	4	1.2384	
35	BOX 79	4	1.2384	
36	BOX 80	2	0.6192	
37	BOX 81	4	1.2384	
38	BOX 82	2	0.6192	
39	BOX 83	4	1.2384	
40	BOX 84	6	1.8576	
41	BOX 85	5	1.5480	
42	BOX 86	6	1.8576	
43	BOX 87	4	1.2384	
44	BOX 88	4	1.2384	
45	BOX 89	5	1.5480	
46	BOX 90	5	1.5480	
47	BOX 91	5	1.5480	
48	BOX 92	2	0.6192	
49	BOX 93	2	0.6192	
50	BOX 94	2	0.6192	
51	BOX 95	7	2.1672	
52	BOX 96	5	1.5480	
53	BOX 97	5	1.5480	
54	BOX 98	6	1.8576	
55	BOX 99	5	1.5480	

Número de personas por box 10:37

Monday, May 10, 2010 473

Obs	Ambiente	COUNT	PERCENT
56	LABORATORIO	60	18.5759

474 Eliminamos los daltonicos. descriptiva univariante personas

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de Sexo por edad

Sexo	edad		
	20-23.5	hasta 33	Total
Frecuencia	124	108	232
Porcentaje	38.51	33.54	72.05
Pct fila	53.45	46.55	
Pct col	76.07	67.92	
Mujer			
Varón	39	51	90
	12.11	15.84	27.95
	43.33	56.67	
	23.93	32.08	
Total	163	159	322
	50.62	49.38	100.00

Frecuencia de valores ausentes = 1

Estadísticos para Tabla de Sexo por edad

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor

0.1033	Chi-cuadrado	1	2.6542
0.1029	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	1	2.6594
0.1323	Adj. chi-cuadrado de continuidad	1	2.2649
0.1038	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	2.6459
	Coeficiente Phi		0.0908
	Coeficiente de contingencia		0.0904
	V de Cramer		0.0908

Test exacto de Fisher

Celda (1,1) Frecuencia (F)	124
Alineado a la izquierda Pr <= F	0.9603
Alineado a la derecha Pr >= F	0.0661

Tabla de probabilidad (P) 0.0264
De dos caras Pr <= P 0.1082

Tamaño efectivo de la muestra = 322
Frecuencia de valores ausentes = 1

descriptiva univariante personas (o asignación de boxes)

475

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de tipo_de_luz por Sexo

tipo_de_luz	Sexo		
Frecuencia			
Porcentaje			
Pct fila			
Pct col	Mujer	Varón	Total
natural+fluoresc	67	33	100
ente	20.74	10.22	30.96
	67.00	33.00	
	28.76	36.67	
fluorescente	88	25	113
	27.24	7.74	34.98
	77.88	22.12	
	37.77	27.78	
fluorescente dia	33	17	50
	10.22	5.26	15.48
	66.00	34.00	
	14.16	18.89	
laboratorio	45	15	60
	13.93	4.64	18.58
	75.00	25.00	
	19.31	16.67	
Total	233	90	323
	72.14	27.86	100.00

Estadísticos para Tabla de tipo_de_luz por Sexo

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor

0.2264	Chi-cuadrado	3	4.3462
0.2252	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	3	4.3597
0.5266	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.4009
	Coeficiente Phi		0.1160
	Coeficiente de contingencia		0.1152
	V de Cramer		0.1160

Tamaño de la muestra = 323

476

descriptiva univariante personas (o asignación de boxes)

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de tipo_de_luz por edad

tipo_de_luz	edad		
Frecuencia			
Porcentaje			
Pct fila			
Pct col	20-23.5	hasta 33	Total
		.6	
-----^-----^-----^			
natural+fluoresc	42	58	100
ente	13.04	18.01	31.06
	42.00	58.00	
	25.77	36.48	
-----^-----^-----^			
fluorescente	57	55	112
	17.70	17.08	34.78
	50.89	49.11	
	34.97	34.59	
-----^-----^-----^			
fluorescente dia	6	44	50
	1.86	13.66	15.53
	12.00	88.00	
	3.68	27.67	
-----^-----^-----^			
laboratorio	58	2	60
	18.01	0.62	18.63
	96.67	3.33	
	35.58	1.26	
-----^-----^-----^			
Total	163	159	322
	50.62	49.38	100.00

Frecuencia de valores ausentes = 1

Estadísticos para Tabla de tipo_de_luz por edad

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor

	Chi-cuadrado	3	83.7056
<.0001	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	3	100.8196
<.0001	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	21.1343
<.0001	Coeficiente Phi		0.5099
	Coeficiente de contingencia		0.4542
	V de Cramer		0.5099

Tamaño efectivo de la muestra = 322

Frecuencia de valores ausentes = 1

descriptiva univariante personas y de los boxes donde están

477

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento MEANS

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	322	23.9505318	2.2371438	22.6876712
23.4726027	24.8027397			
Total	323	10.6563467	2.9534980	9.0000000
11.0000000	13.0000000			
Luz	323	731.9102167	376.4229582	450.0000000
670.0000000	1013.00			
GRADOS_KELVIN	323	3838.88	546.9557919	3551.00
3551.00	3775.00			

Variable	Mínimo	Máximo
edad	20.3397260	33.5013699
Total	0	15.0000000
Luz	215.0000000	2150.00
GRADOS_KELVIN	3475.00	5085.00

descriptiva univariante personas 10:37

Monday, May 10, 2010 478

Sexo=Mujer

Procedimiento MEANS

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	232	23.7341875	2.0824110	22.6589041
23.2821918	24.4917808			
Total	233	10.5579399	3.0253725	9.0000000
11.0000000	13.0000000			
Luz	233	730.2532189	385.2417516	450.0000000
552.0000000	1108.00			
GRADOS_KELVIN	233	3814.25	530.3496470	3551.00
3551.00	3775.00			

Variable	Mínimo	Máximo
edad	20.3397260	33.5013699
Total	2.0000000	15.0000000
Luz	215.0000000	2150.00
GRADOS_KELVIN	3475.00	5085.00

Sexo=Varón

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	90	24.5082192	2.5217661	22.8273973
23.9287671	25.6931507			
Total	90	10.9111111	2.7586206	9.0000000
11.0000000	13.0000000			
Luz	90	736.2000000	354.6140551	456.0000000
670.0000000	860.0000000			
GRADOS_KELVIN	90	3902.66	586.0503326	3551.00
3770.00	3775.00			

Variable	Mínimo	Máximo
edad	20.4383562	32.3917808
Total	0	15.0000000
Luz	355.0000000	2150.00
GRADOS_KELVIN	3475.00	5085.00

descriptiva univariante personas y de los boxes donde están

479

10:37

Monday, May 10, 2010

----- TipoLuz=natural+fluorescente -----

Procedimiento MEANS

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	100	24.3579178	1.9013549	23.0328767
23.8479452	25.0493151			
Total	100	10.5500000	3.0397202	9.0000000
11.0000000	13.0000000			
Luz	100	762.7400000	414.6313105	507.0000000
552.0000000	980.0000000			
GRADOS_KELVIN	100	3759.46	86.9713084	3775.00
3775.00	3775.00			

Variable	Mínimo	Máximo
edad	20.4383562	32.3917808
Total	2.0000000	15.0000000
Luz	360.0000000	2150.00
GRADOS_KELVIN	3551.00	4010.00

----- TipoLuz=fluorescente -----

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	112	23.6956703	1.1215960	22.8643836
23.4123288	24.2136986			
Total	113	10.4867257	2.9341434	9.0000000
11.0000000	13.0000000			
Luz	113	443.6548673	104.9137205	387.0000000
450.0000000	513.0000000			
GRADOS_KELVIN	113	3551.00	0	3551.00
3551.00	3551.00			

Variable	Mínimo	Máximo
edad	22.0520548	27.5178082
Total	0	15.0000000
Luz	215.0000000	725.0000000
GRADOS_KELVIN	3551.00	3551.00

----- TipoLuz=fluorescente dia -----

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	50	26.3728767	2.8266838	24.1506849
25.2150685	28.5369863			
Total	50	12.2200000	2.1120645	11.0000000
12.0000000	14.0000000			
Luz	50	670.0000000	0	670.0000000
670.0000000	670.0000000			
GRADOS_KELVIN	50	5085.00	0	5085.00
5085.00	5085.00			

descriptiva univariante personas y de los boxes donde están

480

10:37

Monday, May 10, 2010

----- TipoLuz=fluorescente dia -----

Procedimiento MEANS

Variable	Mínimo	Máximo
edad	22.2438356	33.5013699
Total	8.0000000	15.0000000
Luz	670.0000000	670.0000000
GRADOS_KELVIN	5085.00	5085.00

----- TipoLuz=laboratorio -----

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	60	21.7286758	1.3278939	20.8424658
21.3808219	22.1863014			
Total	60	9.8500000	3.0411026	8.0000000
10.0000000	12.0000000			
Luz	60	1275.00	0	1275.00
1275.00	1275.00			
GRADOS_KELVIN	60	3475.00	0	3475.00
3475.00	3475.00			

Variable	Mínimo	Máximo
edad	20.3397260	28.6000000
Total	3.0000000	15.0000000
Luz	1275.00	1275.00
GRADOS_KELVIN	3475.00	3475.00

descriptiva univariante y de los boxes donde están

481

10:37

Monday, May 10, 2010

----- edad=. -----

Procedimiento MEANS

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	0	.	.	.
.	.			
Total	1	11.0000000	.	11.0000000
11.0000000	11.0000000			
Luz	1	513.0000000	.	513.0000000
513.0000000	513.0000000			
GRADOS_KELVIN	1	3551.00	.	3551.00
3551.00	3551.00			

Variable	Mínimo	Máximo
edad	.	.
Total	11.0000000	11.0000000
Luz	513.0000000	513.0000000
GRADOS_KELVIN	3551.00	3551.00

----- edad=20-23.5 -----

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	163	22.3876124	0.8702154	21.8164384
22.6958904	23.0547945			
Total	163	9.9754601	3.0367114	8.0000000
10.0000000	12.0000000			
Luz	163	812.4417178	441.1813000	442.0000000
670.0000000	1275.00			
GRADOS_KELVIN	163	3634.02	307.1916093	3475.00
3551.00	3775.00			

Variable	Mínimo	Máximo
edad	20.3397260	23.4986301
Total	0	15.0000000
Luz	215.0000000	2150.00
GRADOS_KELVIN	3475.00	5085.00

----- edad=hasta 33.6 -----

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25
Mediana	Percentil 75			
edad	159	25.5527699	2.0707790	24.0767123
24.8027397	26.2191781			
Total	159	11.3522013	2.7122282	10.0000000
12.0000000	13.0000000			
Luz	159	650.7295597	274.9088154	485.0000000
559.0000000	670.0000000			
GRADOS_KELVIN	159	4050.71	651.1136161	3551.00
3775.00	5085.00			

descriptiva univariante y de los boxes donde están

482

10:37

Monday, May 10, 2010

----- edad=hasta 33.6 -----

Procedimiento MEANS

Variable	Mínimo	Máximo
edad	23.5041096	33.5013699
Total	2.0000000	15.0000000
Luz	351.0000000	2080.00
GRADOS_KELVIN	3475.00	5085.00

Test de normalidad Shapiro-Wilks (p-valores).

483

10:37

Monday, May 10, 2010

grados_ kelvinn	Obs	Sexo	edadn	totaln	luzn
0	1	Mujer	1.1018E-11	.000001439	2.9643E-14
1.3028E-13	2	Varón	.000100074	.000317463	8.02341E-9

Test de normalidad Shapiro-Wilks (p-valores).

484

10:37

Monday, May 10, 2010

grados_ kelvinn	Obs	TipoLuz	edadn	totaln	luzn
2.2204E-16	1	natural+fluorescente	.000000704	0.001031	2.0723E-10
.	2	fluorescente	.000000997	0.000431	.000129893
.	3	fluorescente dia	.001099449	0.002594	.
.	4	laboratorio	.000000008	0.070158	.
.					

Test de normalidad Shapiro-Wilks (p-valores).

485

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	edad	totaln	luzn	grados_ kelvinn
1
2	20-23.5	.000717357	3.273E-12	0
3	hasta 33.6	.000000709	4.7573E-14	0

test de la t-student

10:37

Monday, May 10, 2010 486

ATENCION: Test de la suma de rangos de Wilcoxon: edad p-valor= 0.0112,
resto No Sign.

The TTEST Procedure

Estadísticos

CL inferior	Variable	Sexo	Número de observaciones	CL Inferior Media	CL superior Media
Dev std	Dev std				
edad		Mujer	232	23.465	23.734
1.9086	2.0824				24.004

edad	Varón	90	23.98	24.508	25.036
2.1995	2.5218				
edad	Diff (1-2)		-1.315	-0.774	-0.233
2.0544	2.2134				
Total	Mujer	233	10.167	10.558	10.948
2.7734	3.0254				
Total	Varón	90	10.333	10.911	11.489
2.4061	2.7586				
Total	Diff (1-2)		-1.074	-0.353	0.3681
2.7419	2.9538				
Luz	Mujer	233	680.53	730.25	779.98
353.15	385.24				
Luz	Varón	90	661.93	736.2	810.47
309.3	354.61				
Luz	Diff (1-2)		-98	-5.947	86.105
349.96	377				
GRADOS_KELVIN	Mujer	233	3745.8	3814.2	3882.7
486.17	530.35				
GRADOS_KELVIN	Varón	90	3779.9	3902.7	4025.4
511.16	586.05				
GRADOS_KELVIN	Diff (1-2)		-221.8	-88.41	44.998
507.17	546.36				

Estadísticos

Máximo	Variable	Sexo	CL superior Dev std	Err std	Mínimo
	edad	Mujer	2.2913	0.1367	20.34
33.501					
	edad	Varón	2.9555	0.2658	20.438
32.392					
	edad	Diff (1-2)	2.3993	0.2749	
	Total	Mujer	3.3282	0.1982	2
15					
	Total	Varón	3.2331	0.2908	0
15					
	Total	Diff (1-2)	3.2015	0.3666	
	Luz	Mujer	423.8	25.238	215
2150					
	Luz	Varón	415.61	37.38	355
2150					
	Luz	Diff (1-2)	408.61	46.789	
	GRADOS_KELVIN	Mujer	583.43	34.744	3475
5085					
	GRADOS_KELVIN	Varón	686.85	61.775	3475
5085					
	GRADOS_KELVIN	Diff (1-2)	592.17	67.808	

T-Tests

Pr > t	Variable	Método	Varianzas	DF	Valor t
	edad	Pooled	Equal	320	-2.82
0.0052					
	edad	Satterthwaite	Unequal	139	-2.59
0.0106					
	Total	Pooled	Equal	321	-0.96
0.3361					
	Total	Satterthwaite	Unequal	176	-1.00
0.3169					
	Luz	Pooled	Equal	321	-0.13

0.8989	Luz	Satterthwaite	Unequal	175	-0.13
0.8953	GRADOS_KELVIN	Pooled	Equal	321	-1.30
0.1932	GRADOS_KELVIN	Satterthwaite	Unequal	149	-1.25
0.2142					

test de la t-student 10:37

Monday, May 10, 2010 487

ATENCION: Test de la suma de rangos de Wilcoxon: edad p-valor= 0.0112, resto No Sign.

The TTEST Procedure

Igualdad de varianzas

> F	Variable	Método	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr
	edad	Folded F	89	231	1.47	
0.0245	Total	Folded F	232	89	1.20	
0.3153	Luz	Folded F	232	89	1.18	
0.3681	GRADOS_KELVIN	Folded F	89	232	1.22	
0.2407						

test de la t-student 10:37

Monday, May 10, 2010 488

The TTEST Procedure

Estadísticos

CL inferior		Variable	edad	Número de observaciones	CL Inferior		CL superior	
Dev std	Dev std				Media	Media	Media	
Total			20-23.5	163	9.5058	9.9755	10.445	
2.739	3.0367	Total	hasta 33.6	159	10.927	11.352	11.777	
2.4433	2.7122	Total	Diff (1-2)		-2.009	-1.377	-0.745	
2.6741	2.8811	Luz	20-23.5	163	744.2	812.44	880.68	
397.93	441.18	Luz	hasta 33.6	159	607.67	650.73	693.79	
247.65	274.91	Luz	Diff (1-2)		80.884	161.71	242.54	
342.1	368.58	GRADOS_KELVIN	20-23.5	163	3586.5	3634	3681.5	
277.07	307.19	GRADOS_KELVIN	hasta 33.6	159	3948.7	4050.7	4152.7	
586.55	651.11	GRADOS_KELVIN	Diff (1-2)		-527.9	-416.7	-305.5	
470.62	507.05							

Estadísticos

CL superior

	Variable	edad	Dev std	Err std	Mínimo
Máximo					
15	Total	20-23.5	3.4076	0.2379	0
15	Total	hasta 33.6	3.0482	0.2151	2
2150	Total	Diff (1-2)	3.123	0.3211	
2080	Luz	20-23.5	495.07	34.556	215
	Luz	hasta 33.6	308.96	21.802	351
	Luz	Diff (1-2)	399.53	41.084	
5085	GRADOS_KELVIN	20-23.5	344.71	24.061	3475
5085	GRADOS_KELVIN	hasta 33.6	731.77	51.637	3475
5085	GRADOS_KELVIN	Diff (1-2)	549.63	56.518	

T-Tests

	Variable	Método	Varianzas	DF	Valor t
Pr > t					
<.0001	Total	Pooled	Equal	320	-4.29
<.0001	Total	Satterthwaite	Unequal	318	-4.29
0.0001	Luz	Pooled	Equal	320	3.94
<.0001	Luz	Satterthwaite	Unequal	272	3.96
<.0001	GRADOS_KELVIN	Pooled	Equal	320	-7.37
<.0001	GRADOS_KELVIN	Satterthwaite	Unequal	224	-7.31
<.0001					

Igualdad de varianzas

	Variable	Método	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr
> F						
0.1544	Total	Folded F	162	158	1.25	
<.0001	Luz	Folded F	162	158	2.58	
<.0001	GRADOS_KELVIN	Folded F	158	162	4.49	
<.0001						

Contraste no paramétrico. Test de la suma de rangos de
 Wilcoxon 489
 10:37
 Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable
 Total
 Clasificado por la variable edad
 Número de Suma de Esperado Std

Dev	Puntuación				
H0	edad de la media	observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo de

	20-23.5	163	22814.50	26324.50	
829.789758	139.966258				
	hasta 33.6	159	29188.50	25678.50	
829.789758	183.575472				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de dos muestras de Wilcoxon

Estadístico 29188.5000

Aproximación normal

Z 4.2294
De un lado Pr > Z <.0001
De dos lados Pr > |Z| <.0001

Aproximación t

De un lado Pr > Z <.0001
De dos lados Pr > |Z| <.0001

Z incluye una corrección de continuidad de 0.5.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado 17.8928
DF 1
Pr > Chi-cuadrado <.0001

Contraste no paramétrico. Test de la suma de rangos de
Wilcoxon 490 10:37
Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable
Luz

Clasificado por la variable edad

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
H0	edad de la media	observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo de

	20-23.5	163	27663.0	26324.50	
830.878755	169.711656				
	hasta 33.6	159	24340.0	25678.50	
830.878755	153.081761				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de dos muestras de Wilcoxon

Estadístico 24340.0000

Aproximación normal

Z -1.6103

De un lado Pr < Z 0.0537

De dos lados Pr > |Z| 0.1073

Aproximación t

De un lado Pr < Z 0.0542

De dos lados Pr > |Z| 0.1083

Z incluye una corrección de continuidad de 0.5.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado 2.5951

DF 1

Pr > Chi-cuadrado 0.1072

Contraste no paramétrico. Test de la suma de rangos de
Wilcoxon 491 10:37
Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable
GRADOS_KELVIN

Clasificado por la variable edad

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
H0	edad	observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo de
	de la media				

20-23.5		163	19805.0	26324.50	
800.805869	121.503067				
hasta 33.6		159	32198.0	25678.50	
800.805869	202.503145				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de dos muestras de Wilcoxon

Estadístico 32198.0000

Aproximación normal

Z 8.1405

De un lado Pr > Z <.0001

De dos lados Pr > |Z| <.0001

Aproximación t

De un lado Pr > Z <.0001

De dos lados Pr > |Z| <.0001

Z incluye una corrección de continuidad de 0.5.

Test de Kruskal-Wallis

```

Chi-cuadrado      66.2787
DF                1
Pr > Chi-cuadrado <.0001

```

Contraste no paramétrico. Test de Kruskal-Wallis

492

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable

edad

Clasificado por la variable TipoLuz

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
TipoLuz		observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo
de H0	de la media				
-----	-----				
fluorescente		112	18007.00	18088.0	
795.661529	160.776786				
laboratorio		60	2931.50	9690.0	
650.483032	48.858333				
natural+fluorescente		100	18627.00	16150.0	
773.011916	186.270000				
fluorescente dia		50	12437.50	8075.0	
605.033129	248.750000				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de Kruskal-Wallis

```

Chi-cuadrado      138.8384
DF                3
Pr > Chi-cuadrado <.0001

```

Contraste no paramétrico. Test de Kruskal-Wallis

493

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable

Total

Clasificado por la variable TipoLuz

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
TipoLuz		observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo
de H0	de la media				
-----	-----				
fluorescente		113	17604.00	18306.0	
795.203080	155.787611				
laboratorio		60	8276.50	9720.0	

648.459242	137.941667			
natural+fluorescente		100	15873.50	16200.0
770.870837	158.735000			
fluorescente dia		50	10572.00	8100.0
603.108585	211.440000			

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado	18.8646
DF	3
Pr > Chi-cuadrado	0.0003

Contraste no paramétrico. Test de Kruskal-Wallis

494

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable

Luz

Clasificado por la variable TipoLuz

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
TipoLuz		observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo
de H0	de la media				

fluorescente		113	8956.50	18306.0	
796.316413	79.261062				
laboratorio		60	16950.00	9720.0	
649.367124	282.500000				
natural+fluorescente		100	17094.50	16200.0	
771.950103	170.945000				
fluorescente dia		50	9325.00	8100.0	
603.952973	186.500000				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado	194.9645
DF	3
Pr > Chi-cuadrado	<.0001

Contraste no paramétrico. Test de Kruskal-Wallis

495

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable

GRADOS_KELVIN

Clasificado por la variable TipoLuz					
Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
TipoLuz	de la media	observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo
de H0					
fluorescente		113	13842.50	18306.0	
767.203818	122.5000				
laboratorio		60	1830.00	9720.0	
625.626860	30.5000				
natural+fluorescente		100	21728.50	16200.0	
743.728318	217.2850				
fluorescente dia		50	14925.00	8100.0	
581.873008	298.5000				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado 305.9388
 DF 3
 Pr > Chi-cuadrado <.0001

496

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

VARIABLE DE AGRUPACION: tipoluz 10:37

Monday, May 10, 2010

VARIABLE DE ANALISIS: edadc

**** TAMAÑO Y RANGO PROMEDIO DE LOS GRUPOS ****

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

TipoLuz	NGRUPO	TAMGRUPO	RANPROM
natural+fluorescente	1	100	186.270
fluorescente	2	112	160.777
fluorescente dia	3	50	248.750
laboratorio	4	60	48.858

497

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

NIVEL DE SIGNIFICACION GLOBAL ALPHA =0.05 10:37

Monday, May 10, 2010

NUMERO DE GRUPOS K=4

SIGNIF. ENTRE GRUPOS (*) SI P-VALOR<=ALPHA/(K*(K-1)/2)

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

I	J	D	Z	P	SIGNIF
---	---	---	---	---	--------

1	2	25.493	1.9903	0.046554	
1	3	-62.480	-3.8747	0.000107	*
1	4	137.412	9.0386	0.000000	*
2	3	-87.973	-5.5558	0.000000	*
2	4	111.918	7.5142	0.000000	*
3	4	199.892	11.2130	0.000000	*

498

=====

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

VARIABLE DE AGRUPACION: tipoluz 10:37

Monday, May 10, 2010

VARIABLE DE ANALISIS: total

**** TAMAÑO Y RANGO PROMEDIO DE LOS GRUPOS ****

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

=====

TipoLuz	NGRUPO	TAMGRUPO	RANPROM
natural+fluorescente	1	100	158.735
fluorescente	2	113	155.788
fluorescente dia	3	50	211.440
laboratorio	4	60	137.942

499

=====

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

NIVEL DE SIGNIFICACION GLOBAL ALPHA =0.05 10:37

Monday, May 10, 2010

NUMERO DE GRUPOS K=4

SIGNIF. ENTRE GRUPOS (*) SI P-VALOR<=ALPHA/(K*(K-1)/2)

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

=====

I	J	D	Z	P	SIGNIF
1	2	2.9474	0.22988	0.81818	
1	3	-52.7050	-3.25843	0.00112	*
1	4	20.7933	1.36350	0.17272	
2	3	-55.6524	-3.50858	0.00045	*
2	4	17.8459	1.19632	0.23157	
3	4	73.4983	4.11016	0.00004	*

500

=====

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

VARIABLE DE AGRUPACION: tipoluz 10:37

Monday, May 10, 2010

VARIABLE DE ANALISIS: luz

**** TAMAÑO Y RANGO PROMEDIO DE LOS GRUPOS ****

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

TipoLuz	NGRUPO	TAMGRUPO	RANPROM
natural+fluorescente	1	100	170.945
fluorescente	2	113	79.261
fluorescente dia	3	50	186.500
laboratorio	4	60	282.500

501

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

NIVEL DE SIGNIFICACION GLOBAL ALPHA =0.05 10:37

Monday, May 10, 2010

NUMERO DE GRUPOS K=4

SIGNIF. ENTRE GRUPOS (*) SI P-VALOR<=ALPHA/(K*(K-1)/2)

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

I	J	D	Z	P	SIGNIF
1	2	91.684	7.1509	0.00000	*
1	3	-15.555	-0.9617	0.33622	
1	4	-111.555	-7.3151	0.00000	*
2	3	-107.239	-6.7608	0.00000	*
2	4	-203.239	-13.6243	0.00000	*
3	4	-96.000	-5.3685	0.00000	*

502

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

VARIABLE DE AGRUPACION: tipoluz 10:37

Monday, May 10, 2010

VARIABLE DE ANALISIS: grados_kelvin

**** TAMAÑO Y RANGO PROMEDIO DE LOS GRUPOS ****

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

TipoLuz	NGRUPO	TAMGRUPO	RANPROM
natural+fluorescente	1	100	217.285
fluorescente	2	113	122.500
fluorescente dia	3	50	298.500
laboratorio	4	60	30.500

503

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

NIVEL DE SIGNIFICACION GLOBAL ALPHA =0.05 10:37

Monday, May 10, 2010

NUMERO DE GRUPOS K=4					
SIGNIF. ENTRE GRUPOS (*) SI P-VALOR<=ALPHA/(K*(K-1)/2)					

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID					
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000					
=====					
I	J	D	Z	P	SIGNIF
1	2	94.785	7.3927	1.4388E-13	*
1	3	-81.215	-5.0210	.000000514	*
1	4	186.785	12.2483	0	*
2	3	-176.000	-11.0958	0	*
2	4	92.000	6.1673	6.9457E-10	*
3	4	268.000	14.9870	0	*

Individuos. Estudio de valores totales personales

504

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Porcentaje acumulado	Frecuencia			
	tot_valor_brillo	Frecuencia	Porcentaje	acumulada

	0	1	0.31	1
0.31	1	9	2.79	10
3.10	2	17	5.26	27
8.36	3	57	17.65	84
26.01	4	93	28.79	177
54.80	5	146	45.20	323
100.00				

Porcentaje acumulado	Frecuencia			
	tot_tinte_matiz	Frecuencia	Porcentaje	acumulada

	0	4	1.24	4
1.24	1	21	6.50	25
7.74	2	56	17.34	81
25.08	3	108	33.44	189
58.51	4	81	25.08	270
83.59	5	53	16.41	323
100.00				

Frecuencia

Porcentaje acumulado	tot_intensidad	Frecuencia	Porcentaje	acumulada
-----	-----	-----	-----	-----
	0	3	0.93	3
0.93	1	22	6.81	25
7.74	2	50	15.48	75
23.22	3	101	31.27	176
54.49	4	82	25.39	258
79.88	5	65	20.12	323
100.00				

Individuos. Estudio de valores totales personales

505

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de Sexo por tot_valor_brillo

Sexo	tot_valor_brillo						
Frecuencia	0	1	2	3	4	5	
Pct fila							
Total	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Mujer	0	7	14	43	64	105	
233	0.00	3.00	6.01	18.45	27.47	45.06	
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Varón	1	2	3	14	29	41	
90	1.11	2.22	3.33	15.56	32.22	45.56	
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total	1	9	17	57	93	146	
323							

Tabla de edad por tot_valor_brillo

edad	tot_valor_brillo						
Frecuencia	0	1	2	3	4	5	
Pct fila							
Total	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
20-23.5	1	6	9	35	50	62	
163	0.61	3.68	5.52	21.47	30.67	38.04	
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
hasta 33.6	0	3	8	22	42	84	
159	0.00	1.89	5.03	13.84	26.42	52.83	
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total	1	9	17	57	92	146	
322							

Frecuencia de valores ausentes = 1

Individuos. Estudio de valores totales personales

506

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de TipoLuz por tot_valor_brillo

TipoLuz		tot_valor_brillo				
Frecuencia						
Pct fila		0	1	2	3	4
5 Total						
-----^-----^-----^-----^-----^-----						
--^						
46	natural+fluoresc	0	4	4	17	29
100	ente	0.00	4.00	4.00	17.00	29.00
46.00						
-----^-----^-----^-----^-----^-----						
--^						
51	fluorescente	1	1	9	21	30
113		0.88	0.88	7.96	18.58	26.55
45.13						
-----^-----^-----^-----^-----^-----						
--^						
30	fluorescente dia	0	0	0	7	13
50		0.00	0.00	0.00	14.00	26.00
60.00						
-----^-----^-----^-----^-----^-----						
--^						
19	laboratorio	0	4	4	12	21
60		0.00	6.67	6.67	20.00	35.00
31.67						
-----^-----^-----^-----^-----^-----						
--^						
146	Total	1	9	17	57	93
323						

Tabla de Sexo por tot_tinte_matiz

Sexo		tot_tinte_matiz					
Frecuencia							
Pct fila		0	1	2	3	4	5
Total							
-----^-----^-----^-----^-----^-----							
233	Mujer	3	17	44	75	54	40
		1.29	7.30	18.88	32.19	23.18	17.17
-----^-----^-----^-----^-----^-----							
90	Varón	1	4	12	33	27	13
		1.11	4.44	13.33	36.67	30.00	14.44
-----^-----^-----^-----^-----^-----							
	Total	4	21	56	108	81	53

323

Tabla de edad por tot_tinte_matiz

edad		tot_tinte_matiz					
Frecuencia Pct fila		0	1	2	3	4	5
Total							
	20-23.5	3	17	39	51	29	24
163		1.84	10.43	23.93	31.29	17.79	14.72
	hasta 33.6	1	4	17	57	51	29
159		0.63	2.52	10.69	35.85	32.08	18.24
	Total	4	21	56	108	80	53
322							

Frecuencia de valores ausentes = 1

Individuos. Estudio de valores totales personales

507

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de TipoLuz por tot_tinte_matiz

TipoLuz		tot_tinte_matiz				
Frecuencia Pct fila		0	1	2	3	4
5 Total						
--^						
18	natural+fluoresc	1	8	23	28	22
100	ente	1.00	8.00	23.00	28.00	22.00
18.00						
--^						
14	fluorescente	1	8	16	45	29
113		0.88	7.08	14.16	39.82	25.66
12.39						
--^						
14	fluorescente dia	0	0	5	16	15
50		0.00	0.00	10.00	32.00	30.00
28.00						
--^						
7	laboratorio	2	5	12	19	15
60		3.33	8.33	20.00	31.67	25.00
11.67						

```

--^
Total          4      21      56      108      81
53  323

```

Tabla de Sexo por tot_intensidad

```

Sexo      tot_intensidad
Frecuencia|
Pct fila  |      0|      1|      2|      3|      4|      5|
-----^-----^-----^-----^-----^-----^-----^
Total
233  Mujer  |      2 |      17 |      39 |      73 |      55 |      47 |
      |      0.86 |      7.30 |      16.74 |      31.33 |      23.61 |      20.17 |
-----^-----^-----^-----^-----^-----^
90   Varón  |      1 |      5 |      11 |      28 |      27 |      18 |
      |      1.11 |      5.56 |      12.22 |      31.11 |      30.00 |      20.00 |
-----^-----^-----^-----^-----^-----^
323  Total  |      3 |      22 |      50 |      101 |      82 |      65 |

```

Tabla de edad por tot_intensidad

```

edad      tot_intensidad
Frecuencia|
Pct fila  |      0|      1|      2|      3|      4|      5|
-----^-----^-----^-----^-----^-----^-----^
Total
163  20-23.5 |      1 |      17 |      33 |      55 |      30 |      27 |
      |      0.61 |      10.43 |      20.25 |      33.74 |      18.40 |      16.56 |
-----^-----^-----^-----^-----^-----^
159  hasta 33.6 |      2 |      5 |      17 |      46 |      51 |      38 |
      |      1.26 |      3.14 |      10.69 |      28.93 |      32.08 |      23.90 |
-----^-----^-----^-----^-----^-----^
322  Total  |      3 |      22 |      50 |      101 |      81 |      65 |

```

Frecuencia de valores ausentes = 1

Individuos. Estudio de valores totales personales

508

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de TipoLuz por tot_intensidad

```

TipoLuz      tot_intensidad
Frecuencia   |
Pct fila     |      0|      1|      2|      3|      4|
-----^-----^-----^-----^-----^-----^
5| Total
--^
natural+fluoresc |      1 |      10 |      16 |      30 |      22 |

```

21	100						
	ente		1.00		10.00		16.00 30.00 22.00
21.00							
--^							
	fluorescente		2		5		17 41 28
20	113						
			1.77		4.42		15.04 36.28 24.78
17.70							
--^							
	fluorescente dia		0		0		4 12 18
16	50						
			0.00		0.00		8.00 24.00 36.00
32.00							
--^							
	laboratorio		0		7		13 18 14
8	60						
			0.00		11.67		21.67 30.00 23.33
13.33							
--^							
	Total		3		22		50 101 82
65	323						

Individuos. Estudio de valores totales personales

509

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de Sexo por tot_valor_brillo

Sexo	tot_valor_brillo					
	Frecuencia					
Pct fila	0-2	3	4	5	Total	
Mujer	21	43	64	105	233	
	9.01	18.45	27.47	45.06		
Varón	6	14	29	41	90	
	6.67	15.56	32.22	45.56		
Total	27	57	93	146	323	

Estadísticos para Tabla de Sexo por tot_valor_brillo

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor

	Chi-cuadrado	3	1.2500
0.7410	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	3	1.2667
0.7371	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.5383
0.4632	Coeficiente Phi		0.0622
	Coeficiente de contingencia		0.0621

V de Cramer

0.0622

Tamaño de la muestra = 323

Tabla de edad por tot_valor_brillo

edad	tot_valor_brillo				
Frecuencia					
Pct fila	0-2	3	4	5	Total
20-23.5	16	35	50	62	163
	9.82	21.47	30.67	38.04	
hasta 33.6	11	22	42	84	159
	6.92	13.84	26.42	52.83	
Total	27	57	92	146	322

Frecuencia de valores ausentes = 1

Individuos. Estudio de valores totales personales

510

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Estadísticos para Tabla de edad por tot_valor_brillo

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor
-----	-----	-----	-----
0.0491	Chi-cuadrado	3	7.8531
0.0482	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	3	7.8970
0.0299	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	4.7174
	Coeficiente Phi		0.1562
	Coeficiente de contingencia		0.1543
	V de Cramer		0.1562

Tamaño efectivo de la muestra = 322

Frecuencia de valores ausentes = 1

Tabla de TipoLuz por tot_valor_brillo

TipoLuz	tot_valor_brillo				
Frecuencia					
Pct fila	0-2	3	4	5	Total
natural+fluoresc	8	17	29	46	100
ente	8.00	17.00	29.00	46.00	
fluorescente	11	21	30	51	113

		9.73 18.58 26.55 45.13
	-----^-----^-----^-----^-----^	
50	fluorescente dia	0 7 13 30
		0.00 14.00 26.00 60.00
	-----^-----^-----^-----^-----^	
60	laboratorio	8 12 21 19
		13.33 20.00 35.00 31.67
	-----^-----^-----^-----^-----^	
323	Total	27 57 93 146

Estadísticos para Tabla de TipoLuz por tot_valor_brillo

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor
-----	-----	-----	-----
0.1682	Chi-cuadrado	9	12.8776
0.0518	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	9	16.8073
0.4642	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.5357
	Coeficiente Phi		0.1997
	Coeficiente de contingencia		0.1958
	V de Cramer		0.1153

Tamaño de la muestra = 323

Individuos. Estudio de valores totales personales

511

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de Sexo por tot_tinte_matiz

	Sexo	tot_tinte_matiz				
	Frecuencia					
Total	Pct fila	0-1	2	3	4	5
	-----^-----^-----^-----^-----^					
233	Mujer	20	44	75	54	40
		8.58	18.88	32.19	23.18	17.17
	-----^-----^-----^-----^-----^					
90	Varón	5	12	33	27	13
		5.56	13.33	36.67	30.00	14.44
	-----^-----^-----^-----^-----^					
323	Total	25	56	108	81	53

Estadísticos para Tabla de Sexo por tot_tinte_matiz

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor
-----	-----	-----	-----
0.4322	Chi-cuadrado	4	3.8112
0.4217	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	4	3.8859
0.3297	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.9500
	Coeficiente Phi		0.1086
	Coeficiente de contingencia		0.1080
	V de Cramer		0.1086

Tamaño de la muestra = 323

Tabla de edad por tot_tinte_matiz

	edad	tot_tinte_matiz				
	Frecuencia					
Total	Pct fila	0-1	2	3	4	5
		-----^-----^-----^-----^-----^-----^-----^				
163	20-23.5	20	39	51	29	24
		12.27	23.93	31.29	17.79	14.72
		-----^-----^-----^-----^-----^-----^-----^				
159	hasta 33.6	5	17	57	51	29
		3.14	10.69	35.85	32.08	18.24
		-----^-----^-----^-----^-----^-----^-----^				
322	Total	25	56	108	80	53

Frecuencia de valores ausentes = 1

Individuos. Estudio de valores totales personales

512

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Estadísticos para Tabla de edad por tot_tinte_matiz

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor
-----	-----	-----	-----
<.0001	Chi-cuadrado	4	24.4520
<.0001	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	4	25.4023
<.0001	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	17.5786
<.0001	Coeficiente Phi		0.2756
	Coeficiente de contingencia		0.2657
	V de Cramer		0.2756

Tamaño efectivo de la muestra = 322

Frecuencia de valores ausentes = 1

Tabla de TipoLuz por tot_tinte_matiz

	TipoLuz	tot_tinte_matiz				
	Frecuencia					
	Pct fila	0-1	2	3	4	5
Total						
	natural+fluoresc	9	23	28	22	18
100	ente	9.00	23.00	28.00	22.00	18.00
	fluorescente	9	16	45	29	14
113		7.96	14.16	39.82	25.66	12.39
	fluorescente dia	0	5	16	15	14
50		0.00	10.00	32.00	30.00	28.00
	laboratorio	7	12	19	15	7
60		11.67	20.00	31.67	25.00	11.67
	Total	25	56	108	81	53
323						

Estadísticos para Tabla de TipoLuz por tot_tinte_matiz

	Estadístico	DF	Valor
Probabilidad			

	Chi-cuadrado	12	18.9926
0.0887	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	12	22.2613
0.0347	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.1481
0.7003	Coeficiente Phi		0.2425
	Coeficiente de contingencia		0.2357
	V de Cramer		0.1400

Tamaño de la muestra = 323

Individuos. Estudio de valores totales personales

513

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Tabla de Sexo por tot_intensidad

Sexo	tot_intensidad				
Frecuencia					
Pct fila	0-1	2	3	4	5

Total						
	Mujer	19	39	73	55	47
233		8.15	16.74	31.33	23.61	20.17
	Varón	6	11	28	27	18
90		6.67	12.22	31.11	30.00	20.00
323	Total	25	50	101	82	65

Estadísticos para Tabla de Sexo por tot_intensidad

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor

	Chi-cuadrado	4	2.0887
0.7194	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	4	2.1019
0.7170	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.7957
0.3724	Coeficiente Phi		0.0804
	Coeficiente de contingencia		0.0802
	V de Cramer		0.0804

Tamaño de la muestra = 323

Tabla de edad por tot_intensidad

	edad	tot_intensidad				
	Frecuencia					
	Pct fila	0-1	2	3	4	5
Total						
	20-23.5	18	33	55	30	27
163		11.04	20.25	33.74	18.40	16.56
	hasta 33.6	7	17	46	51	38
159		4.40	10.69	28.93	32.08	23.90
322	Total	25	50	101	81	65

Frecuencia de valores ausentes = 1

Individuos. Estudio de valores totales personales

514

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento FREQ

Estadísticos para Tabla de edad por tot_intensidad

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor
-----	-----		
0.0012	Chi-cuadrado	4	18.0211
0.0011	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	4	18.3519
0.0001	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	14.5627
	Coeficiente Phi		0.2366
	Coeficiente de contingencia		0.2302
	V de Cramer		0.2366

Tamaño efectivo de la muestra = 322

Frecuencia de valores ausentes = 1

Tabla de TipoLuz por tot_intensidad

	TipoLuz	tot_intensidad				
	Frecuencia					
	Pct fila	0-1	2	3	4	5
Total						
	natural+fluoresc	11	16	30	22	21
100	ente	11.00	16.00	30.00	22.00	21.00
	fluorescente	7	17	41	28	20
113		6.19	15.04	36.28	24.78	17.70
	fluorescente dia	0	4	12	18	16
50		0.00	8.00	24.00	36.00	32.00
	laboratorio	7	13	18	14	8
60		11.67	21.67	30.00	23.33	13.33
323	Total	25	50	101	82	65

Estadísticos para Tabla de TipoLuz por tot_intensidad

Probabilidad	Estadístico	DF	Valor
-----	-----		
0.0675	Chi-cuadrado	12	19.9788
0.0258	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	12	23.2390
0.8747	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.0249
	Coeficiente Phi		0.2487
	Coeficiente de contingencia		0.2414
	V de Cramer		0.1436

Tamaño de la muestra = 323

Individuos. descriptiva univariante

515

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento MEANS

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Percentil 25	Mediana
tot_valor_brillo	323	4.0743034	1.0664516	3.0000000	4.0000000
tot_tinte_matiz	323	3.2383901	1.1830112	2.0000000	3.0000000
tot_intensidad	323	3.3374613	1.2084289	3.0000000	3.0000000
Total	323	10.6563467	2.9534980	9.0000000	11.0000000

Máximo	Variable	Percentil 75	Mínimo
5.0000000	tot_valor_brillo	5.0000000	0
5.0000000	tot_tinte_matiz	4.0000000	0
5.0000000	tot_intensidad	4.0000000	0
15.0000000	Total	13.0000000	0

Individuos. descriptiva univariante

516

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento MEANS

Desviación estándar	Número de observaciones	Variable	Número de observaciones	Media
Mujer	233	tot_valor_brillo	233	4.0557940
1.0713243	3.0000000	tot_tinte_matiz	233	3.2017167
1.2168347	2.0000000	tot_intensidad	233	3.3004292
1.2229310	3.0000000	Total	233	10.5579399
3.0253725	9.0000000			
Varón	90	tot_valor_brillo	90	4.1222222
1.0581708	4.0000000			

1.0913346	3.0000000	tot_tinte_matiz	90	3.3333333
1.1712857	3.0000000	tot_intensidad	90	3.4333333
2.7586206	9.0000000	Total	90	10.9111111

Sexo	Número de observaciones	Variable	Mediana	Percentil 75
Mínimo	Máximo			

Mujer	233	tot_valor_brillo	4.0000000	5.0000000
1.0000000	5.0000000	tot_tinte_matiz	3.0000000	4.0000000
0	5.0000000	tot_intensidad	3.0000000	4.0000000
0	5.0000000	Total	11.0000000	13.0000000
2.0000000	15.0000000			
Varón	90	tot_valor_brillo	4.0000000	5.0000000
0	5.0000000	tot_tinte_matiz	3.0000000	4.0000000
0	5.0000000	tot_intensidad	3.5000000	4.0000000
0	5.0000000	Total	11.0000000	13.0000000
0	15.0000000			

Individuos. descriptiva univariante

517

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento MEANS

Desviación edad Media	Número de observaciones estándar	Variable	Número de observaciones

20-23.5	163	tot_valor_brillo	163
3.9202454	1.1165511	tot_tinte_matiz	163
2.9693252	1.2640485	tot_intensidad	163
3.0858896	1.2342778	Total	163
9.9754601	3.0367114		
hasta 33.6	159	tot_valor_brillo	159
4.2327044	0.9948918	tot_tinte_matiz	159
3.5094340	1.0303491	tot_intensidad	159
3.5911950	1.1318957	Total	159

11.3522013 2.7122282

edad	Número de observaciones	Variable	Percentil 25
Mediana	Percentil 75		
20-23.5	163	tot_valor_brillo	3.0000000
4.0000000	5.0000000	tot_tinte_matiz	2.0000000
3.0000000	4.0000000	tot_intensidad	2.0000000
3.0000000	4.0000000	Total	8.0000000
10.0000000	12.0000000		
hasta 33.6	159	tot_valor_brillo	4.0000000
5.0000000	5.0000000	tot_tinte_matiz	3.0000000
4.0000000	4.0000000	tot_intensidad	3.0000000
4.0000000	4.0000000	Total	10.0000000
12.0000000	13.0000000		

edad	Número de observaciones	Variable	Mínimo
Máximo			
20-23.5	163	tot_valor_brillo	0
5.0000000		tot_tinte_matiz	0
5.0000000		tot_intensidad	0
5.0000000		Total	0
15.0000000			
hasta 33.6	159	tot_valor_brillo	1.0000000
5.0000000		tot_tinte_matiz	0
5.0000000		tot_intensidad	0
5.0000000		Total	2.0000000
15.0000000			

Individuos. descriptiva univariante

518

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento MEANS

Desviación

Número de

Número de

TipoLuz	observaciones	Variable	observaciones
Media estándar			

natural+fluorescente	100	tot_valor_brillo	100
4.0900000 1.0739806		tot_tinte_matiz	100
3.1600000 1.2530367		tot_intensidad	100
3.2500000 1.2900161		Total	100
10.5500000 3.0397202			
fluorescente	113	tot_valor_brillo	113
4.0442478 1.0888180		tot_tinte_matiz	113
3.1946903 1.1088798		tot_intensidad	113
3.3097345 1.1655750		Total	113
10.4867257 2.9341434			
fluorescente dia	50	tot_valor_brillo	50
4.4600000 0.7342913		tot_tinte_matiz	50
3.7600000 0.9806287		tot_intensidad	50
3.9200000 0.9441550		Total	50
12.2200000 2.1120645			
laboratorio	60	tot_valor_brillo	60
3.7833333 1.1657785		tot_tinte_matiz	60
3.0166667 1.2553839		tot_intensidad	60
3.0500000 1.2132740		Total	60
9.8500000 3.0411026			

TipoLuz	Número de	Variable	Percentil 25
Mediana Percentil 75	observaciones		

natural+fluorescente	100	tot_valor_brillo	3.5000000
4.0000000 5.0000000		tot_tinte_matiz	2.0000000
3.0000000 4.0000000		tot_intensidad	2.0000000
3.0000000 4.0000000		Total	9.0000000
11.0000000 13.0000000			
fluorescente	113	tot_valor_brillo	3.0000000
4.0000000 5.0000000		tot_tinte_matiz	3.0000000
3.0000000 4.0000000		tot_intensidad	3.0000000
3.0000000 4.0000000		Total	9.0000000
11.0000000 13.0000000			

fluorescente dia	50	tot_valor_brillo	4.0000000
5.0000000 5.0000000		tot_tinte_matiz	3.0000000
4.0000000 5.0000000		tot_intensidad	3.0000000
4.0000000 5.0000000		Total	11.0000000
12.0000000 14.0000000			
laboratorio	60	tot_valor_brillo	3.0000000
4.0000000 5.0000000		tot_tinte_matiz	2.0000000
3.0000000 4.0000000		tot_intensidad	2.0000000
3.0000000 4.0000000		Total	8.0000000
10.0000000 12.0000000			

TipoLuz	Número de observaciones	Variable	Mínimo
Máximo			
natural+fluorescente	100	tot_valor_brillo	1.0000000
5.0000000		tot_tinte_matiz	0
5.0000000			

Individuos. descriptiva univariante

519

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento MEANS

TipoLuz	Número de observaciones	Variable	Mínimo
Máximo			
natural+fluorescente	100	tot_intensidad	0
5.0000000		Total	2.0000000
15.0000000			
fluorescente	113	tot_valor_brillo	0
5.0000000		tot_tinte_matiz	0
5.0000000		tot_intensidad	0
5.0000000		Total	0
15.0000000			
fluorescente dia	50	tot_valor_brillo	3.0000000
5.0000000		tot_tinte_matiz	2.0000000
5.0000000		tot_intensidad	2.0000000

```

5.0000000
Total 8.0000000
15.0000000
laboratorio 60 tot_valor_brillo 1.0000000
5.0000000 tot_tinte_matiz 0
5.0000000 tot_intensidad 1.0000000
5.0000000 Total 3.0000000
15.0000000
-----
-----

```

Individuos. Test de normalidad Shapiro-Wilks (p-valores).

520

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	TipoLuz	edadn	tot_valorn	tot_tinten
tot_intensidadn	totaln			
1	natural+fluorescente	.000000704	1.2438E-10	.000014247
.000006462	0.001031			
2	fluorescente	.000000997	8.5188E-11	.000001927
.000001495	0.000431			
3	fluorescente dia	.001099449	.000000009	.000044266
.000022097	0.002594			
4	laboratorio	.000000008	.000002753	.001907897
.000555839	0.070158			

Individuos. Test de normalidad Shapiro-Wilks (p-valores).

521

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Sexo	edadn	tot_valorn	tot_tinten
tot_intensidadn	totaln			
1	Mujer	1.1018E-11	2.7756E-16	8.2795E-10
.000001439				2.4701E-10
2	Varón	.000100074	2.494E-10	.000011071
.000317463				.000007450

Individuos. Test de normalidad Shapiro-Wilks (p-valores).

522

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	edad	tot_valorn	tot_tinten	tot_intensidadn
totaln				
1
.				
2	20-23.5	2.7959E-12	.000000249	6.5035E-8
.000717357				
3	hasta 33.6	6.6058E-15	.000000005	1.8042E-9
.000000709				

523 Contraste no paramétrico. Test de Kruskal-Wallis
 10:37
 Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable
 tot_valor_brillo

Clasificado por la variable TipoLuz

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
TipoLuz		observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo
de H0	de la media				

fluorescente		113	18059.50	18306.0	
750.081433	159.818584				
laboratorio		60	8282.50	9720.0	
611.664176	138.041667				
natural+fluorescente		100	16374.00	16200.0	
727.129857	163.740000				
fluorescente dia		50	9610.00	8100.0	
568.886819	192.200000				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de
 rango.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado 10.5617
 DF 3
 Pr > Chi-cuadrado 0.0143

524 Contraste no paramétrico. Test de Kruskal-Wallis
 10:37
 Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable
 tot_tinte_matiz

Clasificado por la variable TipoLuz

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
TipoLuz		observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo
de H0	de la media				

fluorescente		113	17904.00	18306.0	
774.798925	158.442478				
laboratorio		60	8825.50	9720.0	
631.820394	147.091667				
natural+fluorescente		100	15553.00	16200.0	
751.091024	155.530000				
fluorescente dia		50	10043.50	8100.0	

587.633392 200.870000

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado	11.5645
DF	3
Pr > Chi-cuadrado	0.0090

Contraste no paramétrico. Test de Kruskal-Wallis

525

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable tot_intensidad

Clasificado por la variable TipoLuz

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
TipoLuz		observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo
de H0	de la media				
fluorescente		113	18011.0	18306.0	
776.429124	159.389381				
laboratorio		60	8399.0	9720.0	
633.149762	139.983333				
natural+fluorescente		100	15631.0	16200.0	
752.671341	156.310000				
fluorescente dia		50	10285.0	8100.0	
588.869789	205.700000				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado	15.6694
DF	3
Pr > Chi-cuadrado	0.0013

Contraste no paramétrico. Test de Kruskal-Wallis

526

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable Total

Clasificado por la variable TipoLuz

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
-----	------------	-----------	---------	----------	-----

TipoLuz de H0	de la media	observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo
fluorescente		113	17604.00	18306.0	
795.203080	155.787611				
laboratorio		60	8276.50	9720.0	
648.459242	137.941667				
natural+fluorescente		100	15873.50	16200.0	
770.870837	158.735000				
fluorescente dia		50	10572.00	8100.0	
603.108585	211.440000				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado 18.8646
DF 3
Pr > Chi-cuadrado 0.0003

527

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

VARIABLE DE AGRUPACION: tipoluz 10:37

Monday, May 10, 2010

VARIABLE DE ANALISIS: tot_valor_brillo

**** TAMAÑO Y RANGO PROMEDIO DE LOS GRUPOS ****

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

TipoLuz	NGRUPO	TAMGRUPO	RANPROM
natural+fluorescente	1	100	163.740
fluorescente	2	113	159.819
fluorescente dia	3	50	192.200
laboratorio	4	60	138.042

528

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

NIVEL DE SIGNIFICACION GLOBAL ALPHA =0.05 10:37

Monday, May 10, 2010

NUMERO DE GRUPOS K=4

SIGNIF. ENTRE GRUPOS (*) SI P-VALOR<=ALPHA/(K*(K-1)/2)

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

I	J	D	Z	P	SIGNIF
1	2	3.9214	0.30585	0.75972	
1	3	-28.4600	-1.75951	0.07849	
1	4	25.6983	1.68515	0.09196	

2	3	-32.3814	-2.04147	0.04120	
2	4	21.7769	1.45984	0.14433	
3	4	54.1583	3.02863	0.00246	*

529

=====

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

VARIABLE DE AGRUPACION: tipoluz 10:37

Monday, May 10, 2010

VARIABLE DE ANALISIS: total

**** TAMAÑO Y RANGO PROMEDIO DE LOS GRUPOS ****

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

=====

TipoLuz	NGRUPO	TAMGRUPO	RANPROM
natural+fluorescente	1	100	158.735
fluorescente	2	113	155.788
fluorescente dia	3	50	211.440
laboratorio	4	60	137.942

530

=====

TEST NO PARAMETRICO DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

NIVEL DE SIGNIFICACION GLOBAL ALPHA =0.05 10:37

Monday, May 10, 2010

NUMERO DE GRUPOS K=4

SIGNIF. ENTRE GRUPOS (*) SI P-VALOR<=ALPHA/(K*(K-1)/2)

SERVICIOS INFORMATICOS UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DPTO. APOYO A INVESTIGACION ULT.MOD.:16/05/2000

=====

I	J	D	Z	P	SIGNIF
1	2	2.9474	0.22988	0.81818	
1	3	-52.7050	-3.25843	0.00112	*
1	4	20.7933	1.36350	0.17272	
2	3	-55.6524	-3.50858	0.00045	*
2	4	17.8459	1.19632	0.23157	
3	4	73.4983	4.11016	0.00004	*

Individuos. test de la t-student 10:37

Monday, May 10, 2010 531

ATENCION: No sign.Test de la suma de rangos de Wilcoxon(tot_valor_brillo
p-valor 0.08)

The TTEST Procedure

Estadísticos

CL inferior		Número de	CL Inferior		CL superior
Variable	Sexo	observaciones	Media	Media	Media
Dev std	Dev std				

tot_valor_	Mujer	233	3.9175	4.0558	4.1941
0.9821 1.0713					
brillo					
tot_valor_	Varón	90	3.9006	4.1222	4.3439
0.9229 1.0582					
brillo					
tot_valor_	Diff (1-2)		-0.327	-0.066	0.1943
0.9911 1.0677					
brillo					
tot_tinte_matiz	Mujer	233	3.0447	3.2017	3.3588
1.1155 1.2168					
tot_tinte_matiz	Varón	90	3.1048	3.3333	3.5619
0.9519 1.0913					
tot_tinte_matiz	Diff (1-2)		-0.421	-0.132	0.1573
1.0985 1.1834					
tot_intensidad	Mujer	233	3.1426	3.3004	3.4583
1.1211 1.2229					
tot_intensidad	Varón	90	3.188	3.4333	3.6787
1.0216 1.1713					
tot_intensidad	Diff (1-2)		-0.428	-0.133	0.1623
1.1221 1.2088					
Total	Mujer	233	10.167	10.558	10.948
2.7734 3.0254					
Total	Varón	90	10.333	10.911	11.489
2.4061 2.7586					
Total	Diff (1-2)		-1.074	-0.353	0.3681
2.7419 2.9538					

Estadísticos

Máximo	Variable	Sexo	CL superior Dev std	Err std	Mínimo
5	tot_valor_	Mujer	1.1785	0.0702	1
5	brillo				
5	tot_valor_	Varón	1.2402	0.1115	0
	brillo				
5	tot_valor_	Diff (1-2)	1.1572	0.1325	
5	brillo				
5	tot_tinte_matiz	Mujer	1.3386	0.0797	0
5	tot_tinte_matiz	Varón	1.2791	0.115	0
5	tot_tinte_matiz	Diff (1-2)	1.2826	0.1469	
5	tot_intensidad	Mujer	1.3453	0.0801	0
5	tot_intensidad	Varón	1.3728	0.1235	0
5	tot_intensidad	Diff (1-2)	1.3102	0.15	
15	Total	Mujer	3.3282	0.1982	2
15	Total	Varón	3.2331	0.2908	0
15	Total	Diff (1-2)	3.2015	0.3666	

T-Tests

Pr > t	Variable	Método	Varianzas	DF	Valor t
---------	----------	--------	-----------	----	---------

0.6165	tot_valor_brillo	Pooled	Equal	321	-0.50
0.6149	tot_valor_brillo	Satterthwaite	Unequal	164	-0.50
0.3708	tot_tinte_matiz	Pooled	Equal	321	-0.90
0.3483	tot_tinte_matiz	Satterthwaite	Unequal	179	-0.94
0.3764	tot_intensidad	Pooled	Equal	321	-0.89
0.3678	tot_intensidad	Satterthwaite	Unequal	168	-0.90
0.3361	Total	Pooled	Equal	321	-0.96

Individuos. test de la t-student 10:37

Monday, May 10, 2010 532

ATENCION: No sign.Test de la suma de rangos de Wilcoxon(tot_valor_brillo
p-valor 0.08)

The TTEST Procedure

T-Tests

Pr > t	Variable	Método	Varianzas	DF	Valor t
0.3169	Total	Satterthwaite	Unequal	176	-1.00

Igualdad de varianzas

Pr > F	Variable	Método	Num DF	Den DF	F-Valor
0.9097	tot_valor_brillo	Folded F	232	89	1.03
0.2357	tot_tinte_matiz	Folded F	232	89	1.24
0.6461	tot_intensidad	Folded F	232	89	1.09
0.3153	Total	Folded F	232	89	1.20

Individuos. test de la t-student 10:37

Monday, May 10, 2010 533

The TTEST Procedure

Estadísticos

CL inferior		Número de	CL Inferior		CL superior
Variable	edad	observaciones	Media	Media	Media
Dev std	Dev std				
tot_valor_	20-23.5	163	3.7475	3.9202	4.0929
1.0071	1.1166				
brillo					
tot_valor_	hasta 33.6	159	4.0769	4.2327	4.3885

0.8962	0.9949				
brillo					
tot_valor_	Diff (1-2)		-0.545	-0.312	-0.08
0.9822	1.0582				
brillo					
tot_tinte_matiz	20-23.5	163	2.7738	2.9693	3.1648
1.1401	1.264				
tot_tinte_matiz	hasta 33.6	159	3.348	3.5094	3.6708
0.9282	1.0303				
tot_tinte_matiz	Diff (1-2)		-0.793	-0.54	-0.287
1.0716	1.1546				
tot_intensidad	20-23.5	163	2.895	3.0859	3.2768
1.1133	1.2343				
tot_intensidad	hasta 33.6	159	3.4139	3.5912	3.7685
1.0197	1.1319				
tot_intensidad	Diff (1-2)		-0.765	-0.505	-0.245
1.0997	1.1848				
Total	20-23.5	163	9.5058	9.9755	10.445
2.739	3.0367				
Total	hasta 33.6	159	10.927	11.352	11.777
2.4433	2.7122				
Total	Diff (1-2)		-2.009	-1.377	-0.745
2.6741	2.8811				

Estadísticos

	Variable	edad	CL superior Dev std	Err std	Mínimo
Máximo					
5	tot_valor_	20-23.5	1.2529	0.0875	0
5	brillo tot_valor_	hasta 33.6	1.1181	0.0789	1
5	brillo tot_valor_	Diff (1-2)	1.1471	0.118	
5	brillo tot_tinte_matiz	20-23.5	1.4184	0.099	0
5	tot_tinte_matiz	hasta 33.6	1.158	0.0817	0
5	tot_tinte_matiz tot_intensidad	Diff (1-2) 20-23.5	1.2515 1.385	0.1287 0.0967	0
5	tot_intensidad	hasta 33.6	1.2721	0.0898	0
15	tot_intensidad Total	Diff (1-2) 20-23.5	1.2843 3.4076	0.1321 0.2379	0
15	Total	hasta 33.6	3.0482	0.2151	2
15	Total	Diff (1-2)	3.123	0.3211	

T-Tests

Pr > t	Variable	Método	Varianzes	DF	Valor t
0.0085	tot_valor_brillo	Pooled	Equal	320	-2.65
0.0084	tot_valor_brillo	Satterthwaite	Unequal	317	-2.65
	tot_tinte_matiz	Pooled	Equal	320	-4.20

<.0001					
	tot_tinte_matiz	Satterthwaite	Unequal	310	-4.21
<.0001					
	tot_intensidad	Pooled	Equal	320	-3.83
0.0002					
	tot_intensidad	Satterthwaite	Unequal	319	-3.83
0.0002					
	Total	Pooled	Equal	320	-4.29
<.0001					
	Total	Satterthwaite	Unequal	318	-4.29
<.0001					

Individuos. test de la t-student 10:37

Monday, May 10, 2010 534

The TTEST Procedure

Igualdad de varianzas

Pr > F	Variable	Método	Num DF	Den DF	F-Valor
	tot_valor_brillo	Folded F	162	158	1.26
0.1460					
	tot_tinte_matiz	Folded F	162	158	1.51
0.0102					
	tot_intensidad	Folded F	162	158	1.19
0.2749					
	Total	Folded F	162	158	1.25
0.1544					

Contraste no paramétrico. Test de la suma de rangos de

Wilcoxon 535

10:37

Monday, May 10, 2010

Procedimiento NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable
tot_valor_brillo

Clasificado por la variable edad

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
edad	de la media	observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo de
H0					

	20-23.5	163	24162.0	26324.50	
782.508564	148.233129				
	hasta 33.6	159	27841.0	25678.50	
782.508564	175.100629				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de dos muestras de Wilcoxon

Estadístico 27841.0000

```

Aproximación normal
Z                               2.7629
De un lado Pr > Z              0.0029
De dos lados Pr > |Z|          0.0057

```

```

Aproximación t
De un lado Pr > Z              0.0030
De dos lados Pr > |Z|          0.0061

```

Z incluye una corrección de continuidad de 0.5.

Test de Kruskal-Wallis

```

Chi-cuadrado                   7.6372
DF                               1
Pr > Chi-cuadrado              0.0057

```

Contraste no paramétrico. Test de la suma de rangos de
 Wilcoxon 536 10:37
 Monday, May 10, 2010

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable
 tot_tinte_matiz

Clasificado por la variable edad

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
H0	edad	observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo de
	de la media				
-----	-----	-----	-----	-----	-----
20-23.5		163	23019.0	26324.50	
808.462064	141.220859				
hasta 33.6		159	28984.0	25678.50	
808.462064	182.289308				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de
 rango.

Test de dos muestras de Wilcoxon

```

Estadístico                     28984.0000

```

```

Aproximación normal
Z                               4.0880
De un lado Pr > Z              <.0001
De dos lados Pr > |Z|          <.0001

```

```

Aproximación t
De un lado Pr > Z              <.0001
De dos lados Pr > |Z|          <.0001

```

Z incluye una corrección de continuidad de 0.5.

Test de Kruskal-Wallis

```

Chi-cuadrado                   16.7169

```

```

DF
Pr > Chi-cuadrado      1
                        <.0001

```

```

Wilcoxon      Contraste no paramétrico. Test de la suma de rangos de
              537
Monday, May 10, 2010
10:37

```

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable
tot_intensidad

Clasificado por la variable edad

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
H0	edad	observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo de
	de la media				
-----	-----	-----	-----	-----	-----
20-23.5		163	23185.0	26324.50	
810.185251	142.239264				
hasta 33.6		159	28818.0	25678.50	
810.185251	181.245283				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de
rango.

Test de dos muestras de Wilcoxon

Estadístico 28818.0000

Aproximación normal

Z 3.8744
De un lado Pr > Z <.0001
De dos lados Pr > |Z| 0.0001

Aproximación t

De un lado Pr > Z <.0001
De dos lados Pr > |Z| 0.0001

Z incluye una corrección de continuidad de 0.5.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado 15.0159
DF 1
Pr > Chi-cuadrado 0.0001

```

Wilcoxon      Contraste no paramétrico. Test de la suma de rangos de
              538
Monday, May 10, 2010
10:37

```

Procedimeinto NPAR1WAY

Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable
Total

Clasificado por la variable edad

Dev	Puntuación	Número de	Suma de	Esperado	Std
H0	edad de la media	observaciones	puntuaciones	debajo de H0	debajo de

	20-23.5	163	22814.50	26324.50	
829.789758	139.966258				
	hasta 33.6	159	29188.50	25678.50	
829.789758	183.575472				

Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.

Test de dos muestras de Wilcoxon

Estadístico 29188.5000

Aproximación normal

Z 4.2294

De un lado Pr > Z <.0001

De dos lados Pr > |Z| <.0001

Aproximación t

De un lado Pr > Z <.0001

De dos lados Pr > |Z| <.0001

Z incluye una corrección de continuidad de 0.5.

Test de Kruskal-Wallis

Chi-cuadrado 17.8928

DF 1

Pr > Chi-cuadrado <.0001

Monday, May 10, 2010 539 tablas paleta de colores 10:37

Procedimiento FREQ

Porcentaje	Frecuencia			
acumulado	Puntos	Frecuencia	Porcentaje	acumulada

--	0	181	11.21	181 11.21
	1	345	21.36	526 32.57
	2	171	10.59	697 43.16
	3	918	56.84	1615 100.00

Porcentaje	Valor_o_	Frecuencia		
acumulado	brillo	Frecuencia	Porcentaje	acumulada

---	NO	299	18.51	299
18.51				

100.00	SI	1316	81.49	1615
--------	----	------	-------	------

Porcentaje	Tinte_	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia
acumulado	o_matiz			acumulada

35.23	NO	569	35.23	569
100.00	SI	1046	64.77	1615

Porcentaje	Intensidad_	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia
acumulado	o_saturation			acumulada

33.25	NO	537	33.25	537
100.00	SI	1078	66.75	1615

Monday, May 10, 2010 540

tablas paleta de colores 10:37

Obs	Color_ verdadero	Color_que_ escoge	COUNT	PERCENT
1	*A-4R2,5	*A-2M2	1	0.06192
2	*A-4R2,5	*A-4L1,5	1	0.06192
3	*A-4R2,5	*A-4L2,5	2	0.12384
4	*A-4R2,5	*A-4M2	4	0.24768
5	*A-4R2,5	*A-4M3	5	0.30960
6	*A-4R2,5	*A-4R2,5	33	2.04334
7	*A-4R2,5	*A-5M2	7	0.43344
8	*A-4R2,5	*A-5M3	1	0.06192
9	*A-4R2,5	*O-4R2,5	1	0.06192
10	*A-4R2,5	*X-4R1,5	1	0.06192
11	*A-4R2,5	*Y-1M1	1	0.06192
12	*B-2M2	*B-1M2	2	0.12384
13	*B-2M2	*B-2L1,5	2	0.12384
14	*B-2M2	*B-2L2,5	1	0.06192
15	*B-2M2	*B-2M2	22	1.36223
16	*B-2M2	*B-2M3	6	0.37152
17	*B-2M2	*B-2R2,5	20	1.23839
18	*B-2M2	*B-3L1,5	3	0.18576
19	*B-2M2	*B-3M2	2	0.12384
20	*B-2M2	*B-3R1,5	2	0.12384
21	*B-2M2	*R-4M1	1	0.06192
22	*C-3L1,5	*C-2L1,5	1	0.06192
23	*C-3L1,5	*C-2M2	5	0.30960
24	*C-3L1,5	*C-2R2,5	3	0.18576
25	*C-3L1,5	*C-3L1,5	36	2.22910
26	*C-3L1,5	*C-3L2,5	1	0.06192
27	*C-3L1,5	*C-3M1	5	0.30960
28	*C-3L1,5	*C-3M2	2	0.12384
29	*C-3L1,5	*C-3R1,5	7	0.43344
30	*C-3L1,5	*C-4M1	1	0.06192

31	*D-4L2,5	*D-3R2,5	1	0.06192
32	*D-4L2,5	*D-4L1,5	1	0.06192
33	*D-4L2,5	*D-4L2,5	15	0.92879
34	*D-4L2,5	*D-4M3	31	1.91950
35	*D-4L2,5	*D-4R2,5	1	0.06192
36	*D-4L2,5	*D-5M2	3	0.18576
37	*D-4L2,5	*D-5M3	2	0.12384
38	*E-5M1	*E-4L2,5	1	0.06192
39	*E-5M1	*E-4M1	2	0.12384
40	*E-5M1	*E-4M2	1	0.06192
41	*E-5M1	*E-4R1,5	4	0.24768
42	*E-5M1	*E-5M1	52	3.21981
43	*F-2R2,5	*F-2L2,5	4	0.24768
44	*F-2R2,5	*F-2M2	3	0.18576
45	*F-2R2,5	*F-2M3	5	0.30960
46	*F-2R2,5	*F-2R2,5	28	1.73375
47	*F-2R2,5	*F-3L1,5	2	0.12384
48	*F-2R2,5	*F-3L2,5	3	0.18576
49	*F-2R2,5	*F-3M2	17	1.05263
50	*F-2R2,5	*F-3R2,5	2	0.12384
51	*F-2R2,5	*F-4M2	2	0.12384
52	*G-4M2	*G-3L1,5	1	0.06192
53	*G-4M2	*G-3M2	2	0.12384
54	*G-4M2	*G-3M3	1	0.06192

Monday, May 10, 2010 541

tablas paleta de colores

10:37

Obs	Color_ verdadero	Color_que_ escoge	COUNT	PERCENT
55	*G-4M2	*G-3R2,5	3	0.18576
56	*G-4M2	*G-4L1,5	10	0.61920
57	*G-4M2	*G-4L2,5	2	0.12384
58	*G-4M2	*G-4M2	21	1.30031
59	*G-4M2	*G-4R1,5	9	0.55728
60	*G-4M2	*G-4R2,5	3	0.18576
61	*G-4M2	*G-5M2	3	0.18576
62	*G-4M2	*G-5M3	1	0.06192
63	*H-3R2,5	*H-1M2	1	0.06192
64	*H-3R2,5	*H-2R2,5	1	0.06192
65	*H-3R2,5	*H-3L2,5	4	0.24768
66	*H-3R2,5	*H-3M1	1	0.06192
67	*H-3R2,5	*H-3M2	1	0.06192
68	*H-3R2,5	*H-3M3	13	0.80495
69	*H-3R2,5	*H-3R2,5	31	1.91950
70	*H-3R2,5	*H-4L1,5	1	0.06192
71	*H-3R2,5	*H-4L2,5	2	0.12384
72	*H-3R2,5	*H-4M2	9	0.55728
73	*H-3R2,5	*H-4R2,5	1	0.06192
74	*I-3M3	*E-5M1	1	0.06192
75	*I-3M3	*I-1M1	1	0.06192
76	*I-3M3	*I-1M2	1	0.06192
77	*I-3M3	*I-3L2,5	6	0.37152
78	*I-3M3	*I-3M2	1	0.06192
79	*I-3M3	*I-3M3	32	1.98142
80	*I-3M3	*I-3R2,5	14	0.86687
81	*I-3M3	*I-4L2,5	5	0.30960
82	*I-3M3	*I-4M2	1	0.06192
83	*I-3M3	*I-4M3	3	0.18576
84	*J-1M2	*J-1M1	3	0.18576
85	*J-1M2	*J-1M2	43	2.66254
86	*J-1M2	*J-2L1,5	9	0.55728

87	*J-1M2	*J-2M1	5	0.30960
88	*J-1M2	*J-2M2	2	0.12384
89	*J-1M2	*J-2R1,5	2	0.12384
90	*J-1M2	*J-2R2,5	2	0.12384
91	*K-3M2	*K-2L1,5	1	0.06192
92	*K-3M2	*K-2L2,5	1	0.06192
93	*K-3M2	*K-2M2	3	0.18576
94	*K-3M2	*K-2M3	2	0.12384
95	*K-3M2	*K-2R2,5	10	0.61920
96	*K-3M2	*K-3L1,5	11	0.68111
97	*K-3M2	*K-3L2,5	2	0.12384
98	*K-3M2	*K-3M2	20	1.23839
99	*K-3M2	*K-3R1,5	4	0.24768
100	*K-3M2	*K-3R2,5	1	0.06192
101	*K-3M2	*K-4L1,5	1	0.06192
102	*L-3L2,5	*L-2L2,5	1	0.06192
103	*L-3L2,5	*L-2M3	2	0.12384
104	*L-3L2,5	*L-2R2,5	1	0.06192
105	*L-3L2,5	*L-3L1,5	1	0.06192
106	*L-3L2,5	*L-3L2,5	25	1.54799
107	*L-3L2,5	*L-3M2	6	0.37152
108	*L-3L2,5	*L-3M3	11	0.68111

tablas paleta de colores

10:37

Monday, May 10, 2010 542

Obs	Color_ verdadero	Color_que_ escoge	COUNT	PERCENT
109	*L-3L2,5	*L-3R2,5	13	0.80495
110	*L-3L2,5	*L-4L1,5	1	0.06192
111	*L-3L2,5	*L-4M2	2	0.12384
112	*M-4R1,5	*M-3R1,5	1	0.06192
113	*M-4R1,5	*M-3R2,5	2	0.12384
114	*M-4R1,5	*M-4L1,5	7	0.43344
115	*M-4R1,5	*M-4M1	3	0.18576
116	*M-4R1,5	*M-4M2	4	0.24768
117	*M-4R1,5	*M-4R1,5	40	2.47678
118	*M-4R1,5	*M-5M1	4	0.24768
119	*N-5M2	*E-5M1	1	0.06192
120	*N-5M2	*N-4M3	2	0.12384
121	*N-5M2	*N-4R2,5	6	0.37152
122	*N-5M2	*N-5M2	54	3.34365
123	*O-4M3	*O-4L2,5	9	0.55728
124	*O-4M3	*O-4M1	1	0.06192
125	*O-4M3	*O-4M3	38	2.35294
126	*O-4M3	*O-4R2,5	1	0.06192
127	*O-4M3	*O-5M2	3	0.18576
128	*O-4M3	*O-5M3	16	0.99071
129	*P-2M3	*P-2L1,5	3	0.18576
130	*P-2M3	*P-2L2,5	21	1.30031
131	*P-2M3	*P-2M2	1	0.06192
132	*P-2M3	*P-2M3	27	1.67183
133	*P-2M3	*P-2R2,5	4	0.24768
134	*P-2M3	*P-3L1,5	3	0.18576
135	*P-2M3	*P-3L2,5	9	0.55728
136	*P-2M3	*P-3M2	1	0.06192
137	*P-2M3	*P-3R2,5	2	0.12384
138	*Q-2L2,5	*Q-2L2,5	19	1.17647
139	*Q-2L2,5	*Q-2M2	3	0.18576
140	*Q-2L2,5	*Q-2M3	15	0.92879
141	*Q-2L2,5	*Q-2R2,5	10	0.61920
142	*Q-2L2,5	*Q-3L2,5	4	0.24768

143	*Q-2L2,5	*Q-3M2	9	0.55728
144	*Q-2L2,5	*Q-3M3	2	0.12384
145	*Q-2L2,5	*Q-3R1,5	1	0.06192
146	*R-3R1,5	*R-2L1,5	2	0.12384
147	*R-3R1,5	*R-2M2	2	0.12384
148	*R-3R1,5	*R-2R1,5	2	0.12384
149	*R-3R1,5	*R-2R2,5	2	0.12384
150	*R-3R1,5	*R-3L1,5	1	0.06192
151	*R-3R1,5	*R-3M1	12	0.74303
152	*R-3R1,5	*R-3R1,5	34	2.10526
153	*R-3R1,5	*R-4M1	5	0.30960
154	*S-2R1,5	*S-1M2	3	0.18576
155	*S-2R1,5	*S-2L1,5	7	0.43344
156	*S-2R1,5	*S-2M1	8	0.49536
157	*S-2R1,5	*S-2M2	3	0.18576
158	*S-2R1,5	*S-2R1,5	36	2.22910
159	*S-2R1,5	*S-3M1	4	0.24768
160	*S-2R1,5	*S-3R1,5	2	0.12384
161	*S-2R1,5	*S2L1,5	1	0.06192
162	*T-4M1	*T-3L1,5	3	0.18576

Monday, May 10, 2010 543

tablas paleta de colores

10:37

Obs	Color_ verdadero	Color_que_ escoge	COUNT	PERCENT
163	*T-4M1	*T-3M1	4	0.24768
164	*T-4M1	*T-3R1,5	1	0.06192
165	*T-4M1	*T-4M1	44	2.72446
166	*T-4M1	*T-4R1,5	1	0.06192
167	*T-4M1	*T-5M1	1	0.06192
168	*U-2M1	*U-1M1	9	0.55728
169	*U-2M1	*U-1M2	4	0.24768
170	*U-2M1	*U-2M1	43	2.66254
171	*U-2M1	*U-2R1,5	6	0.37152
172	*U-2M1	*U-3M1	2	0.12384
173	*U-2M1	*U-3M2	1	0.06192
174	*V-3M1	*V-1M1	1	0.06192
175	*V-3M1	*V-2M1	4	0.24768
176	*V-3M1	*V-2R1,5	7	0.43344
177	*V-3M1	*V-3M1	46	2.84830
178	*V-3M1	*V-3R1,5	7	0.43344
179	*V-3M1	*V-4M1	3	0.18576
180	*W-2L1,5	*W-1M1	1	0.06192
181	*W-2L1,5	*W-1M2	10	0.61920
182	*W-2L1,5	*W-2L1,5	24	1.48607
183	*W-2L1,5	*W-2M1	2	0.12384
184	*W-2L1,5	*W-2M2	19	1.17647
185	*W-2L1,5	*W-2R1,5	8	0.49536
186	*W-2L1,5	*W-2R2,5	1	0.06192
187	*W-2L1,5	*W-3R1,5	1	0.06192
188	*X-4L1,5	*X-3L1,5	1	0.06192
189	*X-4L1,5	*X-3M3	2	0.12384
190	*X-4L1,5	*X-3R2,5	1	0.06192
191	*X-4L1,5	*X-4L1,5	33	2.04334
192	*X-4L1,5	*X-4L2,5	1	0.06192
193	*X-4L1,5	*X-4M2	12	0.74303
194	*X-4L1,5	*X-4R1,5	6	0.37152
195	*X-4L1,5	*X-5M2	1	0.06192
196	*Y-1M1	*T-4M3	1	0.06192
197	*Y-1M1	*Y-1M1	62	3.83901
198	*Y-1M1	*Y-2M1	3	0.18576

199	*Z-5M3	*B-2M3	1	0.06192
200	*Z-5M3	*Z-5M1	1	0.06192
201	*Z-5M3	*Z-5M3	57	3.52941

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
aciertos. todos 544

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Valor_o_ brillo	COUNT	ncount	pcount
1	*Z-5M3	SI	59	59	1.00000
2	*Y-1M1	SI	63	66	0.95455
3	*X-4L1,5	SI	52	57	0.91228
4	*D-4L2,5	SI	48	54	0.88889
5	*L-3L2,5	SI	56	63	0.88889
6	*M-4R1,5	SI	54	61	0.88525
7	*N-5M2	SI	55	63	0.87302
8	*E-5M1	SI	52	60	0.86667
9	*S-2R1,5	SI	55	64	0.85938
10	*A-4R2,5	SI	48	57	0.84211
11	*B-2M2	SI	51	61	0.83607
12	*C-3L1,5	SI	51	61	0.83607
13	*T-4M1	SI	45	54	0.83333
14	*I-3M3	SI	54	65	0.83077
15	*W-2L1,5	SI	54	66	0.81818
16	*G-4M2	SI	45	56	0.80357
17	*P-2M3	SI	56	71	0.78873
18	*R-3R1,5	SI	47	60	0.78333
19	*V-3M1	SI	53	68	0.77941
20	*H-3R2,5	SI	50	65	0.76923
21	*U-2M1	SI	49	65	0.75385
22	*Q-2L2,5	SI	47	63	0.74603
23	*O-4M3	SI	49	68	0.72059
24	*J-1M2	SI	46	66	0.69697
25	*K-3M2	SI	38	56	0.67857
26	*F-2R2,5	SI	39	66	0.59091

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
aciertos. todos 545

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Tinte_o_ matiz	COUNT	ncount	pcount
1	*Y-1M1	SI	66	66	1.00000
2	*Z-5M3	SI	59	59	1.00000
3	*E-5M1	SI	55	60	0.91667
4	*U-2M1	SI	59	65	0.90769
5	*T-4M1	SI	49	54	0.90741
6	*N-5M2	SI	57	63	0.90476
7	*O-4M3	SI	58	68	0.85294
8	*J-1M2	SI	53	66	0.80303
9	*V-3M1	SI	54	68	0.79412
10	*M-4R1,5	SI	43	61	0.70492

11	*R-3R1,5	SI	38	60	0.63333
12	*C-3L1,5	SI	38	61	0.62295
13	*I-3M3	SI	40	65	0.61538
14	*A-4R2,5	SI	35	57	0.61404
15	*X-4L1,5	SI	35	57	0.61404
16	*S-2R1,5	SI	38	64	0.59375
17	*B-2M2	SI	33	61	0.54098
18	*H-3R2,5	SI	33	65	0.50769
19	*G-4M2	SI	28	56	0.50000
20	*F-2R2,5	SI	31	66	0.46970
21	*K-3M2	SI	25	56	0.44643
22	*L-3L2,5	SI	27	63	0.42857
23	*P-2M3	SI	29	71	0.40845
24	*Q-2L2,5	SI	23	63	0.36508
25	*W-2L1,5	SI	24	66	0.36364
26	*D-4L2,5	SI	16	54	0.29630

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
 aciertos. todos 546
 count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
 pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

pcount	Obs	Color_ verdadero	Intensidad_ o_saturación	COUNT	ncount
0.98485	1	*Y-1M1	SI	65	66
0.96610	2	*Z-5M3	SI	57	59
0.90741	3	*T-4M1	SI	49	54
0.90000	4	*E-5M1	SI	54	60
0.87302	5	*N-5M2	SI	55	63
0.83077	6	*U-2M1	SI	54	65
0.79412	7	*O-4M3	SI	54	68
0.79412	8	*V-3M1	SI	54	68
0.78689	9	*M-4R1,5	SI	48	61
0.72131	10	*C-3L1,5	SI	44	61
0.71875	11	*S-2R1,5	SI	46	64
0.70175	12	*X-4L1,5	SI	40	57
0.69697	13	*J-1M2	SI	46	66
0.65000	14	*R-3R1,5	SI	39	60
0.63492	15	*L-3L2,5	SI	40	63
0.63158	16	*A-4R2,5	SI	36	57
0.60000	17	*H-3R2,5	SI	39	65
	18	*F-2R2,5	SI	37	66

0.56061					
	19	*I-3M3	SI	36	65
0.55385					
	20	*Q-2L2,5	SI	33	63
0.52381					
	21	*W-2L1,5	SI	33	66
0.50000					
	22	*G-4M2	SI	26	56
0.46429					
	23	*B-2M2	SI	26	61
0.42623					
	24	*K-3M2	SI	23	56
0.41071					
	25	*P-2M3	SI	27	71
0.38028					
	26	*D-4L2,5	SI	17	54
0.31481					

tablas paleta de colores. todos 10:37

Monday, May 10, 2010 547

Mirar la media de las puntuaciones de la paleta
 ncount: número de veces presentada la paleta, m_puntuacion_total: Media del
 número de aciertos de

Obs	Color_ verdadero	puntuacion_ total	ncount	m_puntuacion_ total
1	*Z-5M3	175	59	2.96610
2	*Y-1M1	194	66	2.93939
3	*E-5M1	161	60	2.68333
4	*N-5M2	167	63	2.65079
5	*T-4M1	143	54	2.64815
6	*U-2M1	162	65	2.49231
7	*M-4R1,5	145	61	2.37705
8	*O-4M3	161	68	2.36765
9	*V-3M1	161	68	2.36765
10	*X-4L1,5	127	57	2.22807
11	*J-1M2	145	66	2.19697
12	*C-3L1,5	133	61	2.18033
13	*S-2R1,5	139	64	2.17188
14	*A-4R2,5	119	57	2.08772
15	*R-3R1,5	124	60	2.06667
16	*I-3M3	130	65	2.00000
17	*L-3L2,5	123	63	1.95238
18	*H-3R2,5	123	65	1.89231
19	*B-2M2	112	61	1.83607
20	*G-4M2	99	56	1.76786
21	*W-2L1,5	111	66	1.68182
22	*F-2R2,5	107	66	1.62121
23	*Q-2L2,5	102	63	1.61905
24	*P-2M3	111	71	1.56338
25	*K-3M2	86	56	1.53571
26	*D-4L2,5	81	54	1.50000

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
 aciertos. mujer 548
 count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
 pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Valor_o_ brillo	COUNT	ncount	pcount
1	*Z-5M3	SI	41	41	1.00000
2	*Y-1M1	SI	44	46	0.95652
3	*M-4R1,5	SI	42	46	0.91304
4	*X-4L1,5	SI	30	34	0.88235
5	*E-5M1	SI	37	42	0.88095
6	*N-5M2	SI	42	48	0.87500
7	*D-4L2,5	SI	34	39	0.87179
8	*C-3L1,5	SI	39	45	0.86667
9	*L-3L2,5	SI	42	49	0.85714
10	*A-4R2,5	SI	33	39	0.84615
11	*B-2M2	SI	36	43	0.83721
12	*G-4M2	SI	34	41	0.82927
13	*T-4M1	SI	33	40	0.82500
14	*H-3R2,5	SI	41	50	0.82000
15	*W-2L1,5	SI	41	50	0.82000
16	*P-2M3	SI	43	53	0.81132
17	*S-2R1,5	SI	34	42	0.80952
18	*I-3M3	SI	37	46	0.80435
19	*U-2M1	SI	35	44	0.79545
20	*R-3R1,5	SI	35	45	0.77778
21	*Q-2L2,5	SI	37	49	0.75510
22	*V-3M1	SI	38	53	0.71698
23	*K-3M2	SI	30	43	0.69767
24	*J-1M2	SI	30	45	0.66667
25	*O-4M3	SI	30	46	0.65217
26	*F-2R2,5	SI	27	46	0.58696

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
aciertos. mujer 549

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Tinte_o_ matiz	COUNT	ncount	pcount
1	*Y-1M1	SI	46	46	1.00000
2	*Z-5M3	SI	41	41	1.00000
3	*E-5M1	SI	39	42	0.92857
4	*N-5M2	SI	44	48	0.91667
5	*U-2M1	SI	40	44	0.90909
6	*T-4M1	SI	36	40	0.90000
7	*O-4M3	SI	40	46	0.86957
8	*V-3M1	SI	42	53	0.79245
9	*J-1M2	SI	35	45	0.77778
10	*M-4R1,5	SI	35	46	0.76087
11	*C-3L1,5	SI	30	45	0.66667
12	*R-3R1,5	SI	28	45	0.62222
13	*A-4R2,5	SI	23	39	0.58974
14	*X-4L1,5	SI	20	34	0.58824
15	*I-3M3	SI	26	46	0.56522
16	*H-3R2,5	SI	28	50	0.56000
17	*S-2R1,5	SI	23	42	0.54762
18	*F-2R2,5	SI	23	46	0.50000
19	*B-2M2	SI	21	43	0.48837
20	*G-4M2	SI	19	41	0.46341
21	*L-3L2,5	SI	22	49	0.44898
22	*K-3M2	SI	18	43	0.41860
23	*P-2M3	SI	20	53	0.37736

24	*Q-2L2,5	SI	18	49	0.36735
25	*W-2L1,5	SI	18	50	0.36000
26	*D-4L2,5	SI	11	39	0.28205

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
 aciertos. mujer 550
 count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
 pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

pcount	Obs	Color_ verdadero	Intensidad_ o_saturación	COUNT	ncount
0.97826	1	*Y-1M1	SI	45	46
0.95122	2	*Z-5M3	SI	39	41
0.92857	3	*E-5M1	SI	39	42
0.90000	4	*T-4M1	SI	36	40
0.87500	5	*N-5M2	SI	42	48
0.84091	6	*U-2M1	SI	37	44
0.82609	7	*O-4M3	SI	38	46
0.80435	8	*M-4R1,5	SI	37	46
0.79245	9	*V-3M1	SI	42	53
0.75556	10	*C-3L1,5	SI	34	45
0.68889	11	*J-1M2	SI	31	45
0.66667	12	*S-2R1,5	SI	28	42
0.65306	13	*L-3L2,5	SI	32	49
0.64444	14	*R-3R1,5	SI	29	45
0.64000	15	*H-3R2,5	SI	32	50
0.61765	16	*X-4L1,5	SI	21	34
0.61538	17	*A-4R2,5	SI	24	39
0.60870	18	*F-2R2,5	SI	28	46
0.52174	19	*I-3M3	SI	24	46
0.51020	20	*Q-2L2,5	SI	25	49
0.46000	21	*W-2L1,5	SI	23	50
0.43902	22	*G-4M2	SI	18	41
0.39535	23	*B-2M2	SI	17	43
0.39535	24	*K-3M2	SI	17	43

0.35849	25	*P-2M3	SI	19	53
0.30769	26	*D-4L2,5	SI	12	39

Monday, May 10, 2010 551

tablas paleta de colores. mujer 10:37

Mirar la media de las puntuaciones de la paleta
 ncount: número de veces presentada la paleta, m_puntuacion_total: Media del
 número de aciertos de

Obs	Color_ verdadero	puntuacion_ total	ncount	m_puntuacion_ total
1	*Z-5M3	121	41	2.95122
2	*Y-1M1	135	46	2.93478
3	*E-5M1	115	42	2.73810
4	*N-5M2	128	48	2.66667
5	*T-4M1	105	40	2.62500
6	*U-2M1	112	44	2.54545
7	*M-4R1,5	114	46	2.47826
8	*O-4M3	108	46	2.34783
9	*V-3M1	122	53	2.30189
10	*C-3L1,5	103	45	2.28889
11	*J-1M2	96	45	2.13333
12	*X-4L1,5	71	34	2.08824
13	*A-4R2,5	80	39	2.05128
14	*R-3R1,5	92	45	2.04444
15	*S-2R1,5	85	42	2.02381
16	*H-3R2,5	101	50	2.02000
17	*L-3L2,5	96	49	1.95918
18	*I-3M3	87	46	1.89130
19	*B-2M2	75	43	1.74419
20	*G-4M2	71	41	1.73171
21	*F-2R2,5	78	46	1.69565
22	*W-2L1,5	82	50	1.64000
23	*Q-2L2,5	79	49	1.61224
24	*P-2M3	81	53	1.52830
25	*K-3M2	65	43	1.51163
26	*D-4L2,5	57	39	1.46154

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
 aciertos. varon 552
 count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
 pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Valor_o_ brillo	COUNT	ncount	pcount
1	*L-3L2,5	SI	14	14	1.00000
2	*V-3M1	SI	15	15	1.00000
3	*Z-5M3	SI	18	18	1.00000
4	*X-4L1,5	SI	22	23	0.95652
5	*S-2R1,5	SI	21	22	0.95455
6	*Y-1M1	SI	19	20	0.95000
7	*D-4L2,5	SI	14	15	0.93333
8	*I-3M3	SI	17	19	0.89474
9	*N-5M2	SI	13	15	0.86667
10	*O-4M3	SI	19	22	0.86364

11	*T-4M1	SI	12	14	0.85714
12	*A-4R2,5	SI	15	18	0.83333
13	*B-2M2	SI	15	18	0.83333
14	*E-5M1	SI	15	18	0.83333
15	*W-2L1,5	SI	13	16	0.81250
16	*M-4R1,5	SI	12	15	0.80000
17	*R-3R1,5	SI	12	15	0.80000
18	*J-1M2	SI	16	21	0.76190
19	*C-3L1,5	SI	12	16	0.75000
20	*G-4M2	SI	11	15	0.73333
21	*P-2M3	SI	13	18	0.72222
22	*Q-2L2,5	SI	10	14	0.71429
23	*U-2M1	SI	14	21	0.66667
24	*K-3M2	SI	8	13	0.61538
25	*F-2R2,5	SI	12	20	0.60000
26	*H-3R2,5	SI	9	15	0.60000

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
aciertos. varon 553

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Tinte_o_ matiz	COUNT	ncount	pcount
1	*Y-1M1	SI	20	20	1.00000
2	*Z-5M3	SI	18	18	1.00000
3	*T-4M1	SI	13	14	0.92857
4	*U-2M1	SI	19	21	0.90476
5	*E-5M1	SI	16	18	0.88889
6	*N-5M2	SI	13	15	0.86667
7	*J-1M2	SI	18	21	0.85714
8	*O-4M3	SI	18	22	0.81818
9	*V-3M1	SI	12	15	0.80000
10	*I-3M3	SI	14	19	0.73684
11	*S-2R1,5	SI	15	22	0.68182
12	*A-4R2,5	SI	12	18	0.66667
13	*B-2M2	SI	12	18	0.66667
14	*R-3R1,5	SI	10	15	0.66667
15	*X-4L1,5	SI	15	23	0.65217
16	*G-4M2	SI	9	15	0.60000
17	*K-3M2	SI	7	13	0.53846
18	*M-4R1,5	SI	8	15	0.53333
19	*C-3L1,5	SI	8	16	0.50000
20	*P-2M3	SI	9	18	0.50000
21	*F-2R2,5	SI	8	20	0.40000
22	*W-2L1,5	SI	6	16	0.37500
23	*L-3L2,5	SI	5	14	0.35714
24	*Q-2L2,5	SI	5	14	0.35714
25	*D-4L2,5	SI	5	15	0.33333
26	*H-3R2,5	SI	5	15	0.33333

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
aciertos. varon 554

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

pcount	Obs	Color_ verdadero	Intensidad_ o_saturación	COUNT	ncount
1.00000	1	*Y-1M1	SI	20	20
1.00000	2	*Z-5M3	SI	18	18
0.92857	3	*T-4M1	SI	13	14
0.86667	4	*N-5M2	SI	13	15
0.83333	5	*E-5M1	SI	15	18
0.82609	6	*X-4L1,5	SI	19	23
0.81818	7	*S-2R1,5	SI	18	22
0.80952	8	*U-2M1	SI	17	21
0.80000	9	*V-3M1	SI	12	15
0.73333	10	*M-4R1,5	SI	11	15
0.72727	11	*O-4M3	SI	16	22
0.71429	12	*J-1M2	SI	15	21
0.66667	13	*A-4R2,5	SI	12	18
0.66667	14	*R-3R1,5	SI	10	15
0.63158	15	*I-3M3	SI	12	19
0.62500	16	*C-3L1,5	SI	10	16
0.62500	17	*W-2L1,5	SI	10	16
0.57143	18	*L-3L2,5	SI	8	14
0.57143	19	*Q-2L2,5	SI	8	14
0.53333	20	*G-4M2	SI	8	15
0.50000	21	*B-2M2	SI	9	18
0.46667	22	*H-3R2,5	SI	7	15
0.46154	23	*K-3M2	SI	6	13
0.45000	24	*F-2R2,5	SI	9	20
0.44444	25	*P-2M3	SI	8	18
0.33333	26	*D-4L2,5	SI	5	15

tablas paleta de colores. varon 10:37

Monday, May 10, 2010 555

Mirar la media de las puntuaciones de la paleta
 ncount: número de veces presentada la paleta, m_puntuacion_total: Media del
 número de aciertos de

Obs	Color_ verdadero	puntuacion_ total	ncount	m_puntuacion_ total
1	*Z-5M3	54	18	3.00000
2	*Y-1M1	59	20	2.95000
3	*T-4M1	38	14	2.71429
4	*N-5M2	39	15	2.60000
5	*V-3M1	39	15	2.60000
6	*E-5M1	46	18	2.55556
7	*S-2R1,5	54	22	2.45455
8	*X-4L1,5	56	23	2.43478
9	*O-4M3	53	22	2.40909
10	*U-2M1	50	21	2.38095
11	*J-1M2	49	21	2.33333
12	*I-3M3	43	19	2.26316
13	*A-4R2,5	39	18	2.16667
14	*R-3R1,5	32	15	2.13333
15	*M-4R1,5	31	15	2.06667
16	*B-2M2	37	18	2.05556
17	*L-3L2,5	27	14	1.92857
18	*C-3L1,5	30	16	1.87500
19	*G-4M2	28	15	1.86667
20	*W-2L1,5	29	16	1.81250
21	*P-2M3	30	18	1.66667
22	*Q-2L2,5	23	14	1.64286
23	*K-3M2	21	13	1.61538
24	*D-4L2,5	24	15	1.60000
25	*H-3R2,5	22	15	1.46667
26	*F-2R2,5	29	20	1.45000

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
 aciertos. joven 556
 count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
 pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Valor_o_ brillo	COUNT	ncount	pcount
1	*Z-5M3	SI	25	25	1.00000
2	*Y-1M1	SI	29	32	0.90625
3	*L-3L2,5	SI	27	31	0.87097
4	*D-4L2,5	SI	26	30	0.86667
5	*M-4R1,5	SI	26	30	0.86667
6	*X-4L1,5	SI	24	28	0.85714
7	*N-5M2	SI	29	34	0.85294
8	*B-2M2	SI	26	31	0.83871
9	*E-5M1	SI	26	31	0.83871
10	*C-3L1,5	SI	29	35	0.82857
11	*T-4M1	SI	24	29	0.82759
12	*S-2R1,5	SI	28	34	0.82353
13	*I-3M3	SI	29	36	0.80556
14	*P-2M3	SI	28	35	0.80000
15	*K-3M2	SI	24	31	0.77419
16	*Q-2L2,5	SI	30	40	0.75000
17	*R-3R1,5	SI	20	27	0.74074
18	*U-2M1	SI	22	30	0.73333
19	*A-4R2,5	SI	19	26	0.73077
20	*H-3R2,5	SI	24	33	0.72727
21	*V-3M1	SI	23	32	0.71875
22	*O-4M3	SI	22	31	0.70968
23	*W-2L1,5	SI	22	31	0.70968

24	*G-4M2	SI	17	24	0.70833
25	*J-1M2	SI	23	35	0.65714
26	*F-2R2,5	SI	17	34	0.50000

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
aciertos. joven 557

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Tinte_o_ matiz	COUNT	ncount	pcount
1	*Y-1M1	SI	32	32	1.00000
2	*Z-5M3	SI	25	25	1.00000
3	*E-5M1	SI	29	31	0.93548
4	*N-5M2	SI	30	34	0.88235
5	*T-4M1	SI	25	29	0.86207
6	*O-4M3	SI	26	31	0.83871
7	*U-2M1	SI	25	30	0.83333
8	*J-1M2	SI	28	35	0.80000
9	*M-4R1,5	SI	21	30	0.70000
10	*V-3M1	SI	22	32	0.68750
11	*C-3L1,5	SI	22	35	0.62857
12	*R-3R1,5	SI	16	27	0.59259
13	*I-3M3	SI	21	36	0.58333
14	*S-2R1,5	SI	19	34	0.55882
15	*B-2M2	SI	16	31	0.51613
16	*X-4L1,5	SI	13	28	0.46429
17	*P-2M3	SI	15	35	0.42857
18	*A-4R2,5	SI	11	26	0.42308
19	*K-3M2	SI	13	31	0.41935
20	*H-3R2,5	SI	13	33	0.39394
21	*F-2R2,5	SI	13	34	0.38235
22	*L-3L2,5	SI	11	31	0.35484
23	*Q-2L2,5	SI	14	40	0.35000
24	*G-4M2	SI	8	24	0.33333
25	*D-4L2,5	SI	8	30	0.26667
26	*W-2L1,5	SI	8	31	0.25806

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
aciertos. joven 558

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

	Obs	Color_ verdadero	Intensidad_ o_saturación	COUNT	ncount
pcount					
1.00000	1	*Y-1M1	SI	32	32
0.96000	2	*Z-5M3	SI	24	25
0.90323	3	*E-5M1	SI	28	31
0.86207	4	*T-4M1	SI	25	29
	5	*N-5M2	SI	29	34

0.85294					
	6	*O-4M3	SI	25	31
0.80645					
	7	*M-4R1,5	SI	24	30
0.80000					
	8	*U-2M1	SI	22	30
0.73333					
	9	*C-3L1,5	SI	25	35
0.71429					
	10	*S-2R1,5	SI	24	34
0.70588					
	11	*V-3M1	SI	22	32
0.68750					
	12	*J-1M2	SI	23	35
0.65714					
	13	*R-3R1,5	SI	17	27
0.62963					
	14	*X-4L1,5	SI	17	28
0.60714					
	15	*L-3L2,5	SI	18	31
0.58065					
	16	*Q-2L2,5	SI	22	40
0.55000					
	17	*I-3M3	SI	18	36
0.50000					
	18	*F-2R2,5	SI	16	34
0.47059					
	19	*H-3R2,5	SI	15	33
0.45455					
	20	*P-2M3	SI	15	35
0.42857					
	21	*A-4R2,5	SI	11	26
0.42308					
	22	*B-2M2	SI	12	31
0.38710					
	23	*K-3M2	SI	12	31
0.38710					
	24	*G-4M2	SI	8	24
0.33333					
	25	*W-2L1,5	SI	10	31
0.32258					
	26	*D-4L2,5	SI	9	30
0.30000					

tablas paleta de colores. joven 10:37

Monday, May 10, 2010 559

Mirar la media de las puntuaciones de la paleta

ncount: número de veces presentada la paleta, m_puntuacion_total: Media del número de aciertos de

Obs	Color_ verdadero	puntuacion_ total	ncount	m_puntuacion_ total
1	*Z-5M3	74	25	2.96000
2	*Y-1M1	93	32	2.90625
3	*E-5M1	83	31	2.67742
4	*N-5M2	88	34	2.58824
5	*T-4M1	74	29	2.55172
6	*M-4R1,5	71	30	2.36667
7	*O-4M3	73	31	2.35484
8	*U-2M1	69	30	2.30000
9	*C-3L1,5	76	35	2.17143
10	*J-1M2	74	35	2.11429

11	*V-3M1	67	32	2.09375
12	*S-2R1,5	71	34	2.08824
13	*R-3R1,5	53	27	1.96296
14	*X-4L1,5	54	28	1.92857
15	*I-3M3	68	36	1.88889
16	*B-2M2	56	31	1.80645
17	*L-3L2,5	56	31	1.80645
18	*P-2M3	57	35	1.62857
19	*Q-2L2,5	65	40	1.62500
20	*K-3M2	49	31	1.58065
21	*A-4R2,5	41	26	1.57692
22	*H-3R2,5	52	33	1.57576
23	*D-4L2,5	43	30	1.43333
24	*G-4M2	33	24	1.37500
25	*F-2R2,5	46	34	1.35294
26	*W-2L1,5	40	31	1.29032

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
aciertos. maduro 560

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Valor_o_ brillo	COUNT	ncount	pcount
1	*Y-1M1	SI	34	34	1.00000
2	*Z-5M3	SI	34	34	1.00000
3	*X-4L1,5	SI	28	29	0.96552
4	*A-4R2,5	SI	29	31	0.93548
5	*W-2L1,5	SI	32	35	0.91429
6	*D-4L2,5	SI	21	23	0.91304
7	*L-3L2,5	SI	29	32	0.90625
8	*M-4R1,5	SI	28	31	0.90323
9	*S-2R1,5	SI	27	30	0.90000
10	*E-5M1	SI	26	29	0.89655
11	*N-5M2	SI	25	28	0.89286
12	*G-4M2	SI	27	31	0.87097
13	*I-3M3	SI	25	29	0.86207
14	*C-3L1,5	SI	22	26	0.84615
15	*T-4M1	SI	21	25	0.84000
16	*B-2M2	SI	25	30	0.83333
17	*V-3M1	SI	30	36	0.83333
18	*R-3R1,5	SI	27	33	0.81818
19	*H-3R2,5	SI	26	32	0.81250
20	*U-2M1	SI	27	34	0.79412
21	*P-2M3	SI	28	36	0.77778
22	*Q-2L2,5	SI	17	23	0.73913
23	*J-1M2	SI	22	30	0.73333
24	*O-4M3	SI	27	37	0.72973
25	*F-2R2,5	SI	22	32	0.68750
26	*K-3M2	SI	14	25	0.56000

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
aciertos. maduro 561

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Tinte_o_ matiz	COUNT	ncount	pcount
1	*Y-1M1	SI	34	34	1.00000
2	*Z-5M3	SI	34	34	1.00000
3	*U-2M1	SI	33	34	0.97059
4	*T-4M1	SI	24	25	0.96000
5	*N-5M2	SI	26	28	0.92857
6	*E-5M1	SI	26	29	0.89655
7	*V-3M1	SI	32	36	0.88889
8	*O-4M3	SI	32	37	0.86486
9	*J-1M2	SI	24	30	0.80000
10	*A-4R2,5	SI	24	31	0.77419
11	*X-4L1,5	SI	22	29	0.75862
12	*M-4R1,5	SI	22	31	0.70968
13	*R-3R1,5	SI	22	33	0.66667
14	*I-3M3	SI	19	29	0.65517
15	*S-2R1,5	SI	19	30	0.63333
16	*H-3R2,5	SI	20	32	0.62500
17	*C-3L1,5	SI	16	26	0.61538
18	*G-4M2	SI	19	31	0.61290
19	*B-2M2	SI	17	30	0.56667
20	*F-2R2,5	SI	18	32	0.56250
21	*L-3L2,5	SI	16	32	0.50000
22	*K-3M2	SI	12	25	0.48000
23	*W-2L1,5	SI	16	35	0.45714
24	*Q-2L2,5	SI	9	23	0.39130
25	*P-2M3	SI	14	36	0.38889
26	*D-4L2,5	SI	8	23	0.34783

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de
 aciertos. maduro 562
 count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
 pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

pcount	Obs	Color_ verdadero	Intensidad_ o_saturación	COUNT	ncount
0.97059	1	*Y-1M1	SI	33	34
0.97059	2	*Z-5M3	SI	33	34
0.96000	3	*T-4M1	SI	24	25
0.91176	4	*U-2M1	SI	31	34
0.89655	5	*E-5M1	SI	26	29
0.89286	6	*N-5M2	SI	25	28
0.88889	7	*V-3M1	SI	32	36
0.80645	8	*A-4R2,5	SI	25	31
0.79310	9	*X-4L1,5	SI	23	29
0.78378	10	*O-4M3	SI	29	37
0.77419	11	*M-4R1,5	SI	24	31

0.75000	12	*H-3R2,5	SI	24	32
0.73333	13	*J-1M2	SI	22	30
0.73333	14	*S-2R1,5	SI	22	30
0.73077	15	*C-3L1,5	SI	19	26
0.68750	16	*L-3L2,5	SI	22	32
0.66667	17	*R-3R1,5	SI	22	33
0.65714	18	*W-2L1,5	SI	23	35
0.65625	19	*F-2R2,5	SI	21	32
0.62069	20	*I-3M3	SI	18	29
0.54839	21	*G-4M2	SI	17	31
0.47826	22	*Q-2L2,5	SI	11	23
0.46667	23	*B-2M2	SI	14	30
0.44000	24	*K-3M2	SI	11	25
0.34783	25	*D-4L2,5	SI	8	23
0.33333	26	*P-2M3	SI	12	36

tablas paleta de colores. maduro 10:37

Monday, May 10, 2010 563

Mirar la media de las puntuaciones de la paleta

ncount: número de veces presentada la paleta, m_puntuacion_total: Media del número de aciertos de

Obs	Color_ verdadero	puntuacion_ total	ncount	m_puntuacion_ total
1	*Y-1M1	101	34	2.97059
2	*Z-5M3	101	34	2.97059
3	*T-4M1	69	25	2.76000
4	*N-5M2	76	28	2.71429
5	*E-5M1	78	29	2.68966
6	*U-2M1	91	34	2.67647
7	*V-3M1	94	36	2.61111
8	*X-4L1,5	73	29	2.51724
9	*A-4R2,5	78	31	2.51613
10	*M-4R1,5	74	31	2.38710
11	*O-4M3	88	37	2.37838
12	*J-1M2	68	30	2.26667
13	*S-2R1,5	68	30	2.26667
14	*H-3R2,5	71	32	2.21875
15	*C-3L1,5	57	26	2.19231
16	*R-3R1,5	71	33	2.15152
17	*I-3M3	62	29	2.13793
18	*L-3L2,5	67	32	2.09375
19	*G-4M2	63	31	2.03226
20	*W-2L1,5	71	35	2.02857
21	*F-2R2,5	61	32	1.90625
22	*B-2M2	56	30	1.86667
23	*D-4L2,5	37	23	1.60870

24	*Q-2L2,5	37	23	1.60870
25	*P-2M3	54	36	1.50000
26	*K-3M2	37	25	1.48000

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
natural_fluorescente 564

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Valor_o_ brillo	COUNT	ncount	pcount
1	*E-5M1	SI	16	16	1.00000
2	*L-3L2,5	SI	20	20	1.00000
3	*Z-5M3	SI	15	15	1.00000
4	*Y-1M1	SI	19	20	0.95000
5	*X-4L1,5	SI	16	17	0.94118
6	*H-3R2,5	SI	18	20	0.90000
7	*W-2L1,5	SI	17	19	0.89474
8	*P-2M3	SI	23	26	0.88462
9	*N-5M2	SI	15	17	0.88235
10	*D-4L2,5	SI	11	13	0.84615
11	*R-3R1,5	SI	16	19	0.84211
12	*M-4R1,5	SI	19	23	0.82609
13	*I-3M3	SI	18	22	0.81818
14	*S-2R1,5	SI	18	22	0.81818
15	*A-4R2,5	SI	13	16	0.81250
16	*T-4M1	SI	17	21	0.80952
17	*C-3L1,5	SI	15	19	0.78947
18	*U-2M1	SI	13	17	0.76471
19	*B-2M2	SI	12	16	0.75000
20	*V-3M1	SI	17	23	0.73913
21	*G-4M2	SI	14	19	0.73684
22	*J-1M2	SI	16	22	0.72727
23	*O-4M3	SI	13	18	0.72222
24	*Q-2L2,5	SI	14	20	0.70000
25	*F-2R2,5	SI	13	21	0.61905
26	*K-3M2	SI	11	19	0.57895

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
natural_fluorescente 565

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Tinte_o_ matiz	COUNT	ncount	pcount
1	*E-5M1	SI	16	16	1.00000
2	*Y-1M1	SI	20	20	1.00000
3	*Z-5M3	SI	15	15	1.00000
4	*U-2M1	SI	16	17	0.94118
5	*T-4M1	SI	19	21	0.90476
6	*N-5M2	SI	15	17	0.88235
7	*O-4M3	SI	15	18	0.83333
8	*V-3M1	SI	18	23	0.78261
9	*J-1M2	SI	17	22	0.77273
10	*X-4L1,5	SI	13	17	0.76471

11	*A-4R2,5	SI	10	16	0.62500
12	*M-4R1,5	SI	14	23	0.60870
13	*H-3R2,5	SI	12	20	0.60000
14	*S-2R1,5	SI	13	22	0.59091
15	*R-3R1,5	SI	11	19	0.57895
16	*B-2M2	SI	9	16	0.56250
17	*C-3L1,5	SI	9	19	0.47368
18	*D-4L2,5	SI	6	13	0.46154
19	*I-3M3	SI	10	22	0.45455
20	*L-3L2,5	SI	9	20	0.45000
21	*F-2R2,5	SI	9	21	0.42857
22	*G-4M2	SI	8	19	0.42105
23	*W-2L1,5	SI	8	19	0.42105
24	*P-2M3	SI	10	26	0.38462
25	*K-3M2	SI	7	19	0.36842
26	*Q-2L2,5	SI	7	20	0.35000

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
natural_fluorescente 566

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

pcount	Obs	Color_ verdadero	Intensidad_ o_saturación	COUNT	ncount
1.00000	1	*E-5M1	SI	16	16
1.00000	2	*Y-1M1	SI	20	20
1.00000	3	*Z-5M3	SI	15	15
0.90476	4	*T-4M1	SI	19	21
0.88235	5	*N-5M2	SI	15	17
0.88235	6	*U-2M1	SI	15	17
0.78261	7	*V-3M1	SI	18	23
0.76471	8	*X-4L1,5	SI	13	17
0.73913	9	*M-4R1,5	SI	17	23
0.72727	10	*J-1M2	SI	16	22
0.72727	11	*S-2R1,5	SI	16	22
0.72222	12	*O-4M3	SI	13	18
0.70000	13	*L-3L2,5	SI	14	20
0.68421	14	*R-3R1,5	SI	13	19
0.60000	15	*H-3R2,5	SI	12	20
0.57143	16	*F-2R2,5	SI	12	21
0.56250	17	*A-4R2,5	SI	9	16
	18	*C-3L1,5	SI	10	19

0.52632					
	19	*Q-2L2,5	SI	10	20
0.50000					
	20	*W-2L1,5	SI	9	19
0.47368					
	21	*D-4L2,5	SI	6	13
0.46154					
	22	*I-3M3	SI	9	22
0.40909					
	23	*G-4M2	SI	7	19
0.36842					
	24	*K-3M2	SI	7	19
0.36842					
	25	*P-2M3	SI	9	26
0.34615					
	26	*B-2M2	SI	5	16
0.31250					

tablas paleta de colores. natural_fluorescente

567

Mirar la media de las puntuaciones de la paleta

ncount: número de veces presentada la paleta, m_puntuacion_total: Media del número de aciertos de

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	puntuacion_ total	ncount	m_puntuacion_ total
1	*E-5M1	48	16	3.00000
2	*Z-5M3	45	15	3.00000
3	*Y-1M1	59	20	2.95000
4	*N-5M2	45	17	2.64706
5	*T-4M1	55	21	2.61905
6	*U-2M1	44	17	2.58824
7	*X-4L1,5	42	17	2.47059
8	*V-3M1	53	23	2.30435
9	*O-4M3	41	18	2.27778
10	*J-1M2	49	22	2.22727
11	*M-4R1,5	50	23	2.17391
12	*H-3R2,5	43	20	2.15000
13	*L-3L2,5	43	20	2.15000
14	*S-2R1,5	47	22	2.13636
15	*R-3R1,5	40	19	2.10526
16	*A-4R2,5	32	16	2.00000
17	*C-3L1,5	34	19	1.78947
18	*W-2L1,5	34	19	1.78947
19	*D-4L2,5	23	13	1.76923
20	*B-2M2	28	16	1.75000
21	*I-3M3	37	22	1.68182
22	*F-2R2,5	34	21	1.61905
23	*P-2M3	42	26	1.61538
24	*Q-2L2,5	31	20	1.55000
25	*G-4M2	29	19	1.52632
26	*K-3M2	25	19	1.31579

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
fluorescente 568

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Valor_o_ brillo	COUNT	ncount	pcount
1	*Z-5M3	SI	19	19	1.00000
2	*B-2M2	SI	22	23	0.95652
3	*X-4L1,5	SI	17	18	0.94444
4	*M-4R1,5	SI	15	16	0.93750
5	*Y-1M1	SI	24	26	0.92308
6	*E-5M1	SI	20	23	0.86957
7	*I-3M3	SI	19	22	0.86364
8	*S-2R1,5	SI	19	22	0.86364
9	*G-4M2	SI	12	14	0.85714
10	*C-3L1,5	SI	17	20	0.85000
11	*D-4L2,5	SI	22	26	0.84615
12	*A-4R2,5	SI	19	23	0.82609
13	*N-5M2	SI	18	22	0.81818
14	*Q-2L2,5	SI	18	22	0.81818
15	*L-3L2,5	SI	19	24	0.79167
16	*U-2M1	SI	18	23	0.78261
17	*O-4M3	SI	21	27	0.77778
18	*V-3M1	SI	17	22	0.77273
19	*W-2L1,5	SI	20	26	0.76923
20	*K-3M2	SI	13	17	0.76471
21	*R-3R1,5	SI	16	21	0.76190
22	*H-3R2,5	SI	15	20	0.75000
23	*T-4M1	SI	14	19	0.73684
24	*P-2M3	SI	17	25	0.68000
25	*J-1M2	SI	16	24	0.66667
26	*F-2R2,5	SI	10	21	0.47619

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
fluorescente 569

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Tinte_o_ matiz	COUNT	ncount	pcount
1	*Y-1M1	SI	26	26	1.00000
2	*Z-5M3	SI	19	19	1.00000
3	*U-2M1	SI	21	23	0.91304
4	*N-5M2	SI	20	22	0.90909
5	*T-4M1	SI	17	19	0.89474
6	*E-5M1	SI	20	23	0.86957
7	*V-3M1	SI	19	22	0.86364
8	*O-4M3	SI	22	27	0.81481
9	*J-1M2	SI	19	24	0.79167
10	*C-3L1,5	SI	15	20	0.75000
11	*M-4R1,5	SI	12	16	0.75000
12	*I-3M3	SI	16	22	0.72727
13	*R-3R1,5	SI	14	21	0.66667
14	*G-4M2	SI	9	14	0.64286
15	*X-4L1,5	SI	11	18	0.61111
16	*A-4R2,5	SI	14	23	0.60870
17	*S-2R1,5	SI	13	22	0.59091
18	*B-2M2	SI	13	23	0.56522
19	*K-3M2	SI	9	17	0.52941
20	*Q-2L2,5	SI	9	22	0.40909
21	*H-3R2,5	SI	7	20	0.35000

22	*P-2M3	SI	8	25	0.32000
23	*W-2L1,5	SI	8	26	0.30769
24	*L-3L2,5	SI	7	24	0.29167
25	*F-2R2,5	SI	6	21	0.28571
26	*D-4L2,5	SI	7	26	0.26923

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
fluorescente 570
count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

pcount	Obs	Color_ verdadero	Intensidad_ o_saturación	COUNT	ncount
1.00000	1	*Y-1M1	SI	26	26
0.94737	2	*Z-5M3	SI	18	19
0.89474	3	*T-4M1	SI	17	19
0.86957	4	*E-5M1	SI	20	23
0.86957	5	*U-2M1	SI	20	23
0.86364	6	*V-3M1	SI	19	22
0.85000	7	*C-3L1,5	SI	17	20
0.81818	8	*N-5M2	SI	18	22
0.77778	9	*O-4M3	SI	21	27
0.75000	10	*M-4R1,5	SI	12	16
0.72727	11	*S-2R1,5	SI	16	22
0.72222	12	*X-4L1,5	SI	13	18
0.69565	13	*A-4R2,5	SI	16	23
0.66667	14	*J-1M2	SI	16	24
0.64286	15	*G-4M2	SI	9	14
0.63636	16	*I-3M3	SI	14	22
0.61905	17	*R-3R1,5	SI	13	21
0.57692	18	*W-2L1,5	SI	15	26
0.54545	19	*Q-2L2,5	SI	12	22
0.50000	20	*H-3R2,5	SI	10	20
0.50000	21	*L-3L2,5	SI	12	24
0.47826	22	*B-2M2	SI	11	23
0.41176	23	*K-3M2	SI	7	17

0.33333	24	*F-2R2,5	SI	7	21
0.30769	25	*D-4L2,5	SI	8	26
0.28000	26	*P-2M3	SI	7	25

tablas paleta de colores. fluorescente

571

Mirar la media de las puntuaciones de la paleta

ncount: número de veces presentada la paleta, m_puntuacion_total: Media del número de aciertos de

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	puntuacion_ total	ncount	m_puntuacion_ total
1	*Z-5M3	56	19	2.94737
2	*Y-1M1	76	26	2.92308
3	*E-5M1	60	23	2.60870
4	*U-2M1	59	23	2.56522
5	*N-5M2	56	22	2.54545
6	*T-4M1	48	19	2.52632
7	*V-3M1	55	22	2.50000
8	*C-3L1,5	49	20	2.45000
9	*M-4R1,5	39	16	2.43750
10	*O-4M3	64	27	2.37037
11	*X-4L1,5	41	18	2.27778
12	*I-3M3	49	22	2.22727
13	*S-2R1,5	48	22	2.18182
14	*G-4M2	30	14	2.14286
15	*A-4R2,5	49	23	2.13043
16	*J-1M2	51	24	2.12500
17	*R-3R1,5	43	21	2.04762
18	*B-2M2	46	23	2.00000
19	*Q-2L2,5	38	22	1.72727
20	*K-3M2	29	17	1.70588
21	*W-2L1,5	43	26	1.65385
22	*H-3R2,5	32	20	1.60000
23	*L-3L2,5	38	24	1.58333
24	*D-4L2,5	37	26	1.42308
25	*P-2M3	31	25	1.24000
26	*F-2R2,5	23	21	1.09524

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
fluorescente_dia 572

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Valor_o_ brillo	COUNT	ncount	pcount
1	*A-4R2,5	SI	9	9	1.00000
2	*D-4L2,5	SI	6	6	1.00000
3	*G-4M2	SI	11	11	1.00000
4	*L-3L2,5	SI	6	6	1.00000
5	*N-5M2	SI	11	11	1.00000
6	*P-2M3	SI	8	8	1.00000

7	*R-3R1,5	SI	8	8	1.00000
8	*T-4M1	SI	7	7	1.00000
9	*W-2L1,5	SI	9	9	1.00000
10	*X-4L1,5	SI	11	11	1.00000
11	*Y-1M1	SI	8	8	1.00000
12	*Z-5M3	SI	13	13	1.00000
13	*F-2R2,5	SI	11	12	0.91667
14	*I-3M3	SI	11	12	0.91667
15	*S-2R1,5	SI	11	12	0.91667
16	*C-3L1,5	SI	9	10	0.90000
17	*M-4R1,5	SI	9	10	0.90000
18	*E-5M1	SI	7	8	0.87500
19	*V-3M1	SI	10	12	0.83333
20	*J-1M2	SI	7	9	0.77778
21	*O-4M3	SI	7	9	0.77778
22	*U-2M1	SI	7	9	0.77778
23	*Q-2L2,5	SI	6	8	0.75000
24	*B-2M2	SI	7	10	0.70000
25	*H-3R2,5	SI	9	13	0.69231
26	*K-3M2	SI	5	9	0.55556

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.

fluorescente_dia 573

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Tinte_o_ matiz	COUNT	ncount	pcount
1	*N-5M2	SI	11	11	1.00000
2	*O-4M3	SI	9	9	1.00000
3	*T-4M1	SI	7	7	1.00000
4	*Y-1M1	SI	8	8	1.00000
5	*Z-5M3	SI	13	13	1.00000
6	*A-4R2,5	SI	8	9	0.88889
7	*J-1M2	SI	8	9	0.88889
8	*U-2M1	SI	8	9	0.88889
9	*E-5M1	SI	7	8	0.87500
10	*F-2R2,5	SI	10	12	0.83333
11	*V-3M1	SI	10	12	0.83333
12	*M-4R1,5	SI	8	10	0.80000
13	*R-3R1,5	SI	6	8	0.75000
14	*H-3R2,5	SI	9	13	0.69231
15	*I-3M3	SI	8	12	0.66667
16	*L-3L2,5	SI	4	6	0.66667
17	*S-2R1,5	SI	8	12	0.66667
18	*G-4M2	SI	7	11	0.63636
19	*X-4L1,5	SI	7	11	0.63636
20	*P-2M3	SI	5	8	0.62500
21	*C-3L1,5	SI	6	10	0.60000
22	*K-3M2	SI	5	9	0.55556
23	*W-2L1,5	SI	5	9	0.55556
24	*B-2M2	SI	5	10	0.50000
25	*Q-2L2,5	SI	4	8	0.50000
26	*D-4L2,5	SI	2	6	0.33333

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.

fluorescente_dia 574

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,

pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

pcount	Obs	Color_ verdadero	Intensidad_ o_saturación	COUNT	ncount
1.00000	1	*N-5M2	SI	11	11
1.00000	2	*O-4M3	SI	9	9
1.00000	3	*T-4M1	SI	7	7
1.00000	4	*Y-1M1	SI	8	8
0.92308	5	*Z-5M3	SI	12	13
0.91667	6	*F-2R2,5	SI	11	12
0.90000	7	*M-4R1,5	SI	9	10
0.88889	8	*A-4R2,5	SI	8	9
0.87500	9	*E-5M1	SI	7	8
0.84615	10	*H-3R2,5	SI	11	13
0.83333	11	*L-3L2,5	SI	5	6
0.83333	12	*V-3M1	SI	10	12
0.81818	13	*X-4L1,5	SI	9	11
0.80000	14	*C-3L1,5	SI	8	10
0.77778	15	*J-1M2	SI	7	9
0.77778	16	*U-2M1	SI	7	9
0.75000	17	*R-3R1,5	SI	6	8
0.75000	18	*S-2R1,5	SI	9	12
0.66667	19	*I-3M3	SI	8	12
0.63636	20	*G-4M2	SI	7	11
0.62500	21	*P-2M3	SI	5	8
0.62500	22	*Q-2L2,5	SI	5	8
0.55556	23	*K-3M2	SI	5	9
0.55556	24	*W-2L1,5	SI	5	9
0.50000	25	*B-2M2	SI	5	10
0.33333	26	*D-4L2,5	SI	2	6

tablas paleta de colores. fluorescente_dia

575

Mirar la media de las puntuaciones de la paleta
 ncount: número de veces presentada la paleta, m_puntuacion_total: Media del
 número de aciertos de

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	puntuacion_ total	ncount	m_puntuacion_ total
1	*N-5M2	33	11	3.00000
2	*T-4M1	21	7	3.00000
3	*Y-1M1	24	8	3.00000
4	*Z-5M3	38	13	2.92308
5	*A-4R2,5	25	9	2.77778
6	*O-4M3	25	9	2.77778
7	*F-2R2,5	32	12	2.66667
8	*E-5M1	21	8	2.62500
9	*M-4R1,5	26	10	2.60000
10	*L-3L2,5	15	6	2.50000
11	*R-3R1,5	20	8	2.50000
12	*V-3M1	30	12	2.50000
13	*X-4L1,5	27	11	2.45455
14	*J-1M2	22	9	2.44444
15	*U-2M1	22	9	2.44444
16	*S-2R1,5	28	12	2.33333
17	*C-3L1,5	23	10	2.30000
18	*G-4M2	25	11	2.27273
19	*I-3M3	27	12	2.25000
20	*P-2M3	18	8	2.25000
21	*H-3R2,5	29	13	2.23077
22	*W-2L1,5	19	9	2.11111
23	*Q-2L2,5	15	8	1.87500
24	*B-2M2	17	10	1.70000
25	*D-4L2,5	10	6	1.66667
26	*K-3M2	15	9	1.66667

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
 laboratorio 576
 count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
 pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Valor_o_ brillo	COUNT	ncount	pcount
1	*D-4L2,5	SI	9	9	1.00000
2	*T-4M1	SI	7	7	1.00000
3	*Y-1M1	SI	12	12	1.00000
4	*Z-5M3	SI	12	12	1.00000
5	*M-4R1,5	SI	11	12	0.91667
6	*S-2R1,5	SI	7	8	0.87500
7	*L-3L2,5	SI	11	13	0.84615
8	*N-5M2	SI	11	13	0.84615
9	*B-2M2	SI	10	12	0.83333
10	*C-3L1,5	SI	10	12	0.83333
11	*K-3M2	SI	9	11	0.81818
12	*V-3M1	SI	9	11	0.81818
13	*A-4R2,5	SI	7	9	0.77778
14	*X-4L1,5	SI	8	11	0.72727
15	*E-5M1	SI	9	13	0.69231
16	*Q-2L2,5	SI	9	13	0.69231
17	*U-2M1	SI	11	16	0.68750

18	*G-4M2	SI	8	12	0.66667
19	*H-3R2,5	SI	8	12	0.66667
20	*I-3M3	SI	6	9	0.66667
21	*P-2M3	SI	8	12	0.66667
22	*W-2L1,5	SI	8	12	0.66667
23	*J-1M2	SI	7	11	0.63636
24	*R-3R1,5	SI	7	12	0.58333
25	*O-4M3	SI	8	14	0.57143
26	*F-2R2,5	SI	5	12	0.41667

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
laboratorio 577

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Tinte_o_ matiz	COUNT	ncount	pcount
1	*Y-1M1	SI	12	12	1.00000
2	*Z-5M3	SI	12	12	1.00000
3	*E-5M1	SI	12	13	0.92308
4	*U-2M1	SI	14	16	0.87500
5	*O-4M3	SI	12	14	0.85714
6	*T-4M1	SI	6	7	0.85714
7	*N-5M2	SI	11	13	0.84615
8	*J-1M2	SI	9	11	0.81818
9	*M-4R1,5	SI	9	12	0.75000
10	*C-3L1,5	SI	8	12	0.66667
11	*I-3M3	SI	6	9	0.66667
12	*V-3M1	SI	7	11	0.63636
13	*R-3R1,5	SI	7	12	0.58333
14	*L-3L2,5	SI	7	13	0.53846
15	*B-2M2	SI	6	12	0.50000
16	*F-2R2,5	SI	6	12	0.50000
17	*P-2M3	SI	6	12	0.50000
18	*S-2R1,5	SI	4	8	0.50000
19	*H-3R2,5	SI	5	12	0.41667
20	*K-3M2	SI	4	11	0.36364
21	*X-4L1,5	SI	4	11	0.36364
22	*A-4R2,5	SI	3	9	0.33333
23	*G-4M2	SI	4	12	0.33333
24	*W-2L1,5	SI	3	12	0.25000
25	*Q-2L2,5	SI	3	13	0.23077
26	*D-4L2,5	SI	1	9	0.11111

tablas paleta de colores, ordenados por mayor proporción de aciertos.
laboratorio 578

count: total aciertos, ncount: número de veces presentada la paleta,
pcount: % de aciertos

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	Intensidad_ o_saturación	COUNT	ncount
1	*Z-5M3	SI	12	12
2	*Y-1M1	SI	11	12

pcount

1.00000

0.91667					
	3	*T-4M1	SI	6	7
0.85714					
	4	*E-5M1	SI	11	13
0.84615					
	5	*N-5M2	SI	11	13
0.84615					
	6	*M-4R1,5	SI	10	12
0.83333					
	7	*O-4M3	SI	11	14
0.78571					
	8	*C-3L1,5	SI	9	12
0.75000					
	9	*U-2M1	SI	12	16
0.75000					
	10	*L-3L2,5	SI	9	13
0.69231					
	11	*J-1M2	SI	7	11
0.63636					
	12	*V-3M1	SI	7	11
0.63636					
	13	*S-2R1,5	SI	5	8
0.62500					
	14	*F-2R2,5	SI	7	12
0.58333					
	15	*R-3R1,5	SI	7	12
0.58333					
	16	*I-3M3	SI	5	9
0.55556					
	17	*H-3R2,5	SI	6	12
0.50000					
	18	*P-2M3	SI	6	12
0.50000					
	19	*Q-2L2,5	SI	6	13
0.46154					
	20	*X-4L1,5	SI	5	11
0.45455					
	21	*B-2M2	SI	5	12
0.41667					
	22	*K-3M2	SI	4	11
0.36364					
	23	*A-4R2,5	SI	3	9
0.33333					
	24	*W-2L1,5	SI	4	12
0.33333					
	25	*G-4M2	SI	3	12
0.25000					
	26	*D-4L2,5	SI	1	9
0.11111					

tablas paleta de colores. laboratorio

579

Mirar la media de las puntuaciones de la paleta

ncount: número de veces presentada la paleta, m_puntuacion_total: Media del número de aciertos de

10:37

Monday, May 10, 2010

Obs	Color_ verdadero	puntuacion_ total	ncount	m_puntuacion_ total
1	*Z-5M3	36	12	3.00000
2	*Y-1M1	35	12	2.91667

3	*T-4M1	19	7	2.71429
4	*N-5M2	33	13	2.53846
5	*M-4R1, 5	30	12	2.50000
6	*E-5M1	32	13	2.46154
7	*U-2M1	37	16	2.31250
8	*C-3L1, 5	27	12	2.25000
9	*O-4M3	31	14	2.21429
10	*J-1M2	23	11	2.09091
11	*V-3M1	23	11	2.09091
12	*L-3L2, 5	27	13	2.07692
13	*S-2R1, 5	16	8	2.00000
14	*I-3M3	17	9	1.88889
15	*B-2M2	21	12	1.75000
16	*R-3R1, 5	21	12	1.75000
17	*P-2M3	20	12	1.66667
18	*H-3R2, 5	19	12	1.58333
19	*K-3M2	17	11	1.54545
20	*X-4L1, 5	17	11	1.54545
21	*F-2R2, 5	18	12	1.50000
22	*A-4R2, 5	13	9	1.44444
23	*Q-2L2, 5	18	13	1.38462
24	*G-4M2	15	12	1.25000
25	*W-2L1, 5	15	12	1.25000
26	*D-4L2, 5	11	9	1.22222

9.3.- GUÍA DE ILUSTRACIONES Y GRÁFICOS

<i>Ilustración 1: Descomposición de la luz blanca al pasar por un prisma de cristal.....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 2: La longitud de onda se mide de cresta a cresta y se expresa en nanometros (nm).....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 3: Temperatura de color que pueden presentar distintas fuentes de iluminación</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 4: Distribución de las longitudes de onda predominantes en un fluorescente de Philips con temperatura de color de 2700°K. Se le denomina super flojo cálido. Observamos como la longitud de onda predominante es la correspondiente a unos 620 nm.</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 5: Rangos usuales de CRI para diferentes tipos de lámparas.</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 6. Emisión de luz. Flujo luminosos.....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 7. Iluminación de un gabinete dental.</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 8: Diagrama explicativo de la Segunda Ley de Grassmann. Imagen propiedad de: http://www.gusgsm.com/grassmann_las_leyes_empiricas_sobre_la_vision_del_color</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 9: Diferencia de tintes con el mismo valor y la misma intensidad.</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 10: Diferencia de valor con tinte e intensidad constantes.....</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 11: Diferencia de intensidad con el mismo valor y tinte.</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 12: Carta de colores de Munsell. Representación de las distintas calidades del color según el sistema de Munsell. En el ecuador hay una escala de tintes de color (R = rojo, YR = rojoamarillento, Y = amarillo, GY = verde-amarillento, G = verde, BG = verdeazulado, PB = azul-púrpura, P = púrpura, RP = rojo-púrpura); en el eje, los grados de valor desde el negro hasta el blanco y en las escalas de disposición radial, los grados de intensidad.....</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 13: Modelo real del espacio de color de Munsell.....</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 14: Funciones de igualación de colores para los primarios CIE XYZ. Equivalen a las cantidades de los tres primarios que un observador promedio necesitará para igualar una unidad de luz en cada longitud de onda. Imagen propiedad de http://www.gusgsm.com/observador_estandar_cie_1931</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 15: Espacio del color triestímulo XYZ CIE 1931. Imagen propiedad de http://www.gusgsm.com/espacio_triestimulo_XYZ_CIE_1931</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 16: El espacio de color CIELAB es un espacio tridimensional con tres planos o ejes.</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 17: Espacio del color L*C*h*</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 18: Espectro de la luz natural al medio día.....</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 19. La luz incandescente presenta gran cantidad de longitud de onda correspondiente al naranja-rojo debido a su baja temperatura de color. Imagen propiedad de http://www.gusgsm.com/iluminantes_estandares_cie</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 20. Espectro de ondas electromagnéticas de diferentes tipos de iluminantes:</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 21. Gráficos de los fluorescentes de la serie D correspondientes al D50 y D65. Se puede observar que la distribución del espectro electromagnético que presentan es uniforme, así podemos ver que la temperatura del color es correcta, con lo cual serán apropiados para la toma del color dental (92, 98, 99, 101).....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 22. Distribución de las longitudes de onda predominantes en un fluorescente de Philips con temperatura de color de 2700°K. Se le denomina superflojo cálido. Observamos como la longitud de onda predominante es la correspondiente a unos 620 nm. Imagen propiedad de http://www.ylumsa.com.ar/images/Philips/Tubos%20Super%2080.pdf</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 24. Aparato para la toma de la temperatura del color.(C 500 Prodigy Color. Sekonic).....</i>	<i>87</i>

<i>Ilustración 23. Luxómetro.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 25 Posicionamiento del sensor del luxómetro para comprobar la intensidad de la luz en el lugar de la toma del color.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 26 Medida de la distancia desde donde se debía realizar la medición de la luz y la toma del color.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 27. Posicionamiento de la luz halógena del equipo para realizar la toma de color.</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 28. La toma de color Se realizaba a 1metro del suelo y a 1metro de la luz halógena del equipo en los casos en los que se utilizó dicha luz.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 30 Medición del punto donde tomar el color con luz natural y luz fluorescente convencional.88</i>	
<i>Ilustración 29 Medición de la luz halógena con el luxómetro</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 31. En esta lámina, un individuo normal verá el número 5, mientras que un daltónico (ceguera para el rojo o el verde) verá un 2.....</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 32. Test de Ishiara. Un individuo con visión normal de los colores verá de izquierda a derecha y de arriba abajo los siguientes números: 25, 29, 45, 56, 6, 8. Un individuo con alteración en la percepción del color no será capaz de diferenciarlos.</i>	<i>90</i>
<i>Ilustración 33. Guía Vita 3D Máster utilizada para realizar la toma de color en este estudio.</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 35. Dientes de la guía Vita 3-D Master que fue desmontada y codificada.....</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 34 Dientes de la guía Vita 3-D Master que se mantuvieron intactos para poder realizar las comparaciones</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 36. Espectrofotómetro en modo “Comprobación Guía”.....</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 37. Esquema explicativo del manejo de la guía Vita 3D Master.....</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 38. Ficha que se rellenaba para cada uno de los alumnos participantes en el estudio para realizar la recogida de datos</i>	<i>95</i>

GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Mujeres y hombres participantes en el estudio.</i>	<i>99</i>
<i>Gráfico 2. Participantes en el estudio distribuidos por género y tipo de luz.....</i>	<i>100</i>
<i>Gráfico 3 Media de la puntuación total en mujeres, hombres y ambos sexos.</i>	<i>101</i>
<i>Gráfico 4. Gráfico de la media de la puntuación máxima de aciertos según el tipo de luz en ambos sexos.</i>	<i>103</i>
<i>Gráfico 5. Porcentaje de veces en las cuales se acierta el valor de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante</i>	<i>106</i>
<i>Gráfico 6 Porcentaje de veces en las cuales se acierta la intensidad de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante.</i>	<i>106</i>
<i>Gráfico 7. Porcentaje de veces en las cuales se acierta el tinte de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante.</i>	<i>106</i>
<i>Gráfico 8. Porcentaje de veces en las cuales se acierta el valor de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante respecto al género.....</i>	<i>107</i>
<i>Gráfico 9. Porcentaje de veces en las cuales se acierta el tinte de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante respecto al género.</i>	<i>108</i>
<i>Gráfico 10. Porcentaje de veces en las cuales se acierta la intensidad de cada una de las cinco muestras entregadas a cada participante respecto al género.</i>	<i>109</i>

Gráfico 11. Diagrama de barras. Observamos el recuento de aciertos del valor en las muestras entregadas a cada participante según el tipo de luz.	111
Gráfico 12. Diagrama de cajas. Relación del tipo de luz con los aciertos del valor.	111
Gráfico 13 Diagrama de cajas. Aciertos del valor respecto al género y tipo de luz. Los puntos representan valores extremos y atípicos. Relación de aciertos del tinte con respecto al tipo de luz.	114
Gráfico 14. Diagrama de cajas. Acierto del tinte respecto al tipo de luz. Relación de aciertos del tinte con respecto al tipo de luz y al género.	116
Gráfico 15. Diagrama de cajas. Aciertos del tinte respecto al tipo de luz y al género.	118
Gráfico 16. Diagrama de cajas. Aciertos de la intensidad respecto al tipo de luz.	120
Gráfico 17. Diagrama de cajas. Aciertos de la intensidad respecto al tipo de luz y al género.	122
Gráfico 18. Aciertos del valor por el total de los participantes.	123
Gráfico 19. Aciertos del tinte por el total de los participantes.	124
Gráfico 20. Aciertos de la intensidad por el total de los participantes.	125
Gráfico 21 Aciertos de Valor, Tinte e Intensidad para cada color por el Total de los participantes.	127
Gráfico 22. Colores en los que mujeres y hombres logran una mayor media de la puntuación total.	131
Gráfico 23. Color verdadero: 1M1.	132
Gráfico 24. Color Verdadero 1M2.	132
Gráfico 25. Color verdadero: 2L1,5.	133
Gráfico 26Color verdadero: 2L2,5.	133
Gráfico 27: Color verdadero: 2M1.	134
Gráfico 28. Color verdadero: 2M2.	134
Gráfico 29. Color verdadero 2M3.	135
Gráfico 30. Color verdadero 2R1,5.	135
Gráfico 31. Color verdaero 2R2,5.	136
Gráfico 32. Color verdadero: 3L1,5.	136
Gráfico 33. Color verdadero 3L2,5.	137
Gráfico 34. Color verdadero 3M1.	137
Gráfico 35. Color verdadero: 3M2.	138
Gráfico 36. Color verdadero: 3M3.	138
Gráfico 37. Color verdadero 3R1,5.	139
Gráfico 38. Color verdadero 3R2,5.	139
Gráfico 39. Color verdadero 4L1,5.	140
Gráfico 40. Color verdadero 4L2,5.	140
Gráfico 41. Color verdadero 4M1.	141
Gráfico 42. Color verdadero 4M2.	141
Gráfico 43. Color verdadero 4M3.	142
Gráfico 44. Color verdadero: 4R1,5.	142
Gráfico 45. Color verdadero: 4R2,5.	143

<i>Gráfico 46. Color verdadero: 5M1</i>	<i>143</i>
<i>Gráfico 47. Color verdadero 5M2</i>	<i>144</i>
<i>Gráfico 48. Color verdadero 5M3</i>	<i>144</i>
<i>Gráfico 49. Media de la puntuación total de los colores más acertados con cada tipo de luz.</i>	<i>145</i>
<i>Gráfico 50. Media de la puntuación total de los colores menos acertados con cada tipo de luz.</i>	<i>145</i>

